

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Juli 2002 (18.07.2002)

PCT

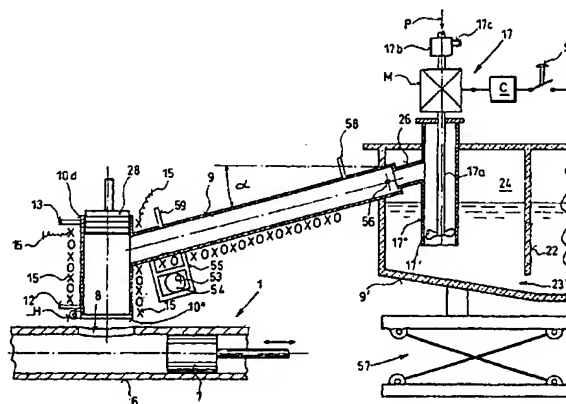
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/055235 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B22D 17/00**, 11/10, 1/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/TB01/02422
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Dezember 2001 (10.12.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
101 00 632.2 9. Januar 2001 (09.01.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ING. RAUCH FERTIGUNGSTECHNIK M.B.H.** [AT/AT]; Fichtenweg 3, A-4810 Gmunden (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RAUCH, Erich** [AT/AT]; Schmideggstrasse 23, A-4810 Gmunden (AT). **EISEN, Peter** [CH/CH]; Pilgerweg 6, CH-8400 Winterthur (CH). **KAUFMANN, Helmut** [AT/AT]; Im Obstgarten 8, A-5280 Braunau (AT). **SIGMUND, Alfred** [AT/AT]; Schmideggstrasse 19, A-4810 Gmunden (AT). **UGGOWITZER, Peter** [CH/CH]; Widenospen 31, CH-8913 Ottenbach (CH). **YOUNG, Kenneth** [US/US]; 1015 East Tufts Avenue, Englewood, CO 80110 (US).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PROVIDING A PARTIALLY SOLIDIFIED ALLOY SUSPENSION AND DEVICES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN EINER TEILERSTARRTEN LEGIERUNGSSUSPENSION UND VORRICHTUNGEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for providing a partially solidified alloy suspension, wherein the alloy is initially in a liquid state and is subsequently cooled. In order to be supplied to a forming device (6-8), at least one of the following combinations of features is carried out: a) the residence time on the suspending line (9) is selected in such a way that the desired phase content is obtained at least approximately within the cycle time of the forming machine, b) at least 20 % of the fusion heat is removed from the liquid alloy on the suspension line (9), as disclosed in enthalpy values in kJ/mol, and/or c) the liquid alloy is fed upon distribution of a first plurality of nuclei in a melt volume continuous to a second additional nucleating step in a turbulent flow with heat extraction and the partially solidified alloy suspension thus obtained is conveyed to a forming device (6-8) in a third step. A device for carrying out the method advantageously comprises a storage chamber (9') for liquid alloy and a suspending line (9) running from the input to the output arranged downstream therefrom.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Bereitstellen einer teilerstarrten Legierungs-Suspension, bei dem die Legierung zuerst in flüssiger Form vorliegt und anschließend abgekühlt wird, um einer Formungseinrichtung (6-8) zugeführt zu werden, wird wenigstens eine der folgenden Merkmalskombinationen durchgeführt: a) die Verweilzeit auf der Suspenderstrecke (9) wird derart gewählt, daß der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/055235 A1

**WO 02/055235 A1**

**WOHLMUTH, Peter** [AT/AT]; Weitmoos 11, A-4814 Neukirchen (AT).

(74) **Anwalt: V.REVY, Peter**; Büchel, v.Révy & Partner, Postfach 907, CH-9500 Wil (CH).

(81) **Bestimmungsstaaten (national)**: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional)**: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

gewünschte Phasenanteil wenigstens annähernd innerhalb der Zykluszeit der Formungsmaschine auf der Suspendierstrecke (9) erreicht wird; b) der flüssigen Legierung wird auf der Suspendierstrecke (9) mindestens 20% der Schmelzwärme, angegeben in Enthalpiewerten in kJ/Mol, entzogen; und/oder c) die flüssige Legierung zunächst unter Verteilung einer ersten Anzahl von Keimen in einem Schmelzevolumen fortlaufend einem zweiten Schritt als zusätzlichen Keimbildungsschritt in einer turbulenten Strömung unter Wärmeentzug zugeführt und die so gewonnene teilerstartete Legierungs-Suspension in einem dritten Schritt zur Formungseinrichtung (6-8) gebracht. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist vorteilhaft einen Vorratsraum (9') für flüssige Legierung und eine nachgeschaltete, von einem Eingang zu einem Ausgang reichenden Suspendierstrecke (9) auf.

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

## VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN EINER TEILERSTARRTEN LEGIERUNGS- SUSPENSION UND VORRICHTUNGEN

5

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, sowie auf die Vorrichtungen mit den Oberbegriffsmerkmalen des Anspruches 6.

10

**[0002]** Ein Verfahren der genannten Art ist aus der EP-A-0 745 694 bekannt. Dabei wird eine offene Gießpfanne zum Ausgießen der Schmelze über eine offene Rinne benutzt, wobei sich auf der Rinne erste Keime für die Bildung globulitischer Kristalle bilden sollen. Damit diese Keime sich vermehren und wachsen, wird am Ausgang der Rinne eine Anzahl isolierter Tiegel vorbeigeführt und in einzelnen Chargen befüllt, wobei die Zeit der Wanderung dieser Tiegel über einen Weg bzw. an einem Karussell zur Ausbildung der Globuliten benützt wird, bevor der letzte Tiegel dann zur Erleichterung des Ausgießens beheizt und dann in eine Formungsmaschine, wie eine Druckgießmaschine, entleert wird.

**[0003]** Dieses bekannte Verfahren ist relativ aufwendig und nachteilig. Zum einen deshalb, weil eine große Anzahl isolierter Tiegel vorgesehen und dann über einen Weg bewegt werden müssen. Dies ist schon für sich ein großer konstruktiver Aufwand. Tritt aber an der Formungsmaschine eine Arbeitsunterbrechung auf, so ergibt sich in der großen Anzahl von Tiegeln eine andere Temperatur als die gewünschte, damit ein anderer Feststoffanteil, und gegebenenfalls läßt sich das in den Tiegeln erstarrte Material gar nicht mehr entleeren. Dies führt dann zu einem entsprechenden Materialverlust.

**[0004]** Aus der US-A-3,902,544 ist ein anderes Verfahren bekannt geworden, bei dem ein Ofenbehälter durch Induktionsspulen an seinem Umfang erhitzt und das flüssige Metall drei, an die Bodenwandung anschließenden Austragrohren zugeführt wird, in welchen es bis zu einem thixotropen Zustand unter Bildung degenerierter Dendriten gerührt wird. Dies ist relativ aufwendig und im Endeffekt - wie sich gezeigt hat - wenig wirksam. Dazu gehört, daß das Rühren sowohl konstruktiv als auch energetisch aufwendig ist und Anlaß zu Betriebsstillständen sein kann. Die Anordnung der Austragrohre im Bodenbereich führt auch deshalb zu erhöhter Dendritenbildung, weil die Bodenwandung des Ofengefäßes bereits einer gewissen Abkühlung unterworfen ist und sich so eine Art "Sumpf" aus den-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

dritischen Primärkristallen bildete, der unmittelbar dem jeweiligen Austragsrohr zugeführt wurde, wo das Dendritenwachstum dann durch die fortschreitende Abkühlung begünstigt wurde.

5   **[0005]** Es ist auch aus den verschiedensten Dokumenten bekannt, bei Stranggußanlagen elektromagnetisch umzurühren. Dies erfolgte stets mit hohen Scherkräften, weil es darauf ankam, die sich am Rande bildenden Dendriten abzuscheren und zu "degenerieren", d.h. zu zerkleinern und abzurunden. Jeder, der einmal in seinem Kaffee umgerührt hat, weiß  
10   aber, daß sich beim Umrühren im Zentrum des Rührkreises eine tote Zone bildet, in der keine Vermischung erfolgt. Dies aber führt zu Temperatur- und Konzentrationsgradienten.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art effizienter auszubilden. Dies gelingt durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1.

15

**[0007]** Im Gegensatz zum zuletzt genannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, daß diese bisherigen Verfahren hauptsächlich von der Aufgabe der Zerstörung sich bildender Dendriten ausgegangen sind, eine solche Zerstörung aber weitgehend unterbleiben könnte, wenn man eine Dendritenbildung von vornherein in hohem Maße unterbände. Daher können bewegbare Rührer oder Teile oder andere Rühr-  
20   vorrichtungen entfallen.

**[0008]** Dazu muß man sich die "Mechanik" der Erstarrung von Metall vor Augen führen. Nach dem Buch von Prof. Dr.-Ing. K. Schwerdtfeger "Metallurgie des Stranggießens",  
25   Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf, 1992, S. 59, ergibt sich beim Abkühlen einer Schmelze

1. zunächst die Bildung von Zellen,
2. die sich in dendritische Zellen umwandeln
3. und dann zu deutlichen Dendriten werden, bevor es  
30   4. überhaupt zu einer breiigen Erstarrung unter zusätzlicher Bildung von Globuliten kommt.

**[0009]** Will man also ein globulitisches Gefüge, so käme man nach dieser Aussage an der Bildung von Dendriten gar nicht vorbei. Die spätere Erläuterung wird zeigen, wie dies  
35   doch gelingen kann.

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

**[0010]** Nun wurde analysiert, warum sich aus dem an sich flüssig vorliegenden Metall überhaupt so viele Dendriten bilden. Diese wachsen aus der kälteren Zone gegen die wärmere, wobei sich deutliche Konzentrationsverschiebungen ergeben. Im Kurzen waren die Überlegungen der Erfinder nun die folgenden: Der Verlauf der Konzentration vor einer solchen Erstarrungsfront läßt sich durch die Diffusionsgleichung bzw. das 2. Ficksche Gesetz bestimmen. Vor der Erstarrungsfront aber baut sich eine Grenzschicht auf, deren Dicke  $\delta_N$  von verschiedenen Faktoren, darunter von der Vermischung abhängt und die ebenfalls einen Konzentrationsunterschied zur Schmelze aufweist. Dies führte bei den bekannten Verfahren dazu, daß man eine starke Vermischung, etwa durch elektromagnetisches Rühren, in Gang setzte, um einerseits diesen Seigerungsbereich zu stören, andererseits die bereits gebildeten Dendriten abzuscheren.

**[0011]** Auf der anderen Seite ergibt sich ein Bereich sogenannter "Konstitutioneller Unterkühlung" in einer Schmelze erst dann, wenn der Gradient der tatsächlichen Temperatur größer oder gleich groß dem durch Konzentrationsunterschiede an der Erstarrungsfront induzierten Gradienten der (für eine bestimmte Legierung vorgegebenen) Liquidustemperatur ist. Was aber anzustreben ist, wenn ein halbfestes Material gewünscht wird, ist eine Erstarrungsfront einer Dicke von praktisch Null. Die Frage stellt sich also, wie man dies erreicht ?

20

**[0012]** Diese Fragestellung führte dann jeweils zu der im Kennzeichen des Anspruches 1 genannten Lösung, welche in der einen oder anderen Form, vorzugsweise jedoch in Kombination ausgeführt wird. Die genannten drei Charakterisierungen sind ja eigentlich nur drei verschiedene Gesichtspunkte ein und derselben Lösung, wie sich später an Hand der Zeichnungsbeschreibung noch ergeben wird. Im Falle des Merkmales a) geht es darum, daß die Verweilzeit so eingestellt wird, daß sie der Zykluszeit der nachgeschalteten Formungsmaschine entspricht. Die Formungsmaschine kann wahlweise eine Schmiedemaschine, ein Extruder, ein Blechwalzwerk, eine Thixo-Formmaschine (mit Extruder), eine Strangpreßmaschine, bevorzugt aber eine Druckgießmaschine oder eine mit (mehr oder minder langen) Zyklen arbeitende Stranggießvorrichtung sein. In jedem Falle vermeidet man durch diese Einstellung der Verweilzeit so die Nachschaltung einer Vielzahl von Tiegeln, in denen der Vorgang des Kristallwachstums nach dem Stand der Technik ablaufen soll, mit all den Unannehmlichkeiten, welche oben geschildert wurden, indem man am Ende der Suspendierstrecke bereits die gewünschte Suspension erhält. Auch kann eine Thixo-Formmaschine gegebenenfalls durch die Erfindung einfacher gestaltet

35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

werden, weil der dabei im allgemeinen vorgesehene Extruder nicht mehr Dendriten zu zerstören braucht, sondern hauptsächlich dem Einbringen der Legierungs-Suspension in eine Form dient.

- 5 **[0013]** Nach Merkmal b) wird das Maß der Kühlung angegeben, mit dem die gewünschte Suspension erreicht wird. Die Kühlung läßt sich durch Wahl des Kühlmittels oder - bei Verwendung eines strömenden Kühlmittels, z.B. Öl, durch dessen Strömungsmenge pro Zeiteinheit einstellen. Eine derart starke Kühlung hat man offensichtlich bisher nicht gewagt und sich daher lieber mit einer großen Anzahl von einer Kühlrinne nachgeschalteten Tiegeln abgefunden. Die Erfindung hat aber gezeigt, daß dieses Vorurteil der Fachwelt  
10 unberechtigt war.

- [0014]** Nach Merkmal c) werden die bisher vorgenommenen Verfahrensschritte mit Keimbildung und Keimvermehrung bzw. Wachstum um eine Station vorverlegt, nämlich  
15 die erste Keimbildung in das Vorratsgefäß, wobei dem die Erkenntnis zugrundelag, daß eben solche ersten Keime, d.i. Atomanordnungen wie im späteren Kristall, bereits in einem solchen Vorratsgefäß (das bevorzugt ein Ofen ist) vorliegt. Durch das Verteilen und Zuführen wird aber eine Strömung erzeugt, die es gestattet, solche an sich vorhandenen Keime in die gewünschte Richtung zu führen und auf die Suspendierstrecke zu bringen,  
20 auf der dann eine so große Anzahl von Kristallisationskeimen durch eine turbulente Strömung, die gegebenenfalls durch statisches Mischen erzeugt wird, gebildet werden, daß für ein Dendritenwachstum gar kein Platz bleibt. D.h. die Grundidee der Erfindung liegt in jedem Falle darin, von Anfang an erst gar keine Dendriten aufkommen zu lassen, die dann zerstört werden müßten.

25

- [0015]** Gegenüber dem nächstkommenden Stand der Technik ergibt sich durch die oben erläuterten kennzeichnenden Merkmale der Vorteil, statt eines Chargenverfahrens mit einer Unzahl kleiner Chargen (Tiegel) ein praktisch kontinuierliches Verfahren ohne Tiegelbewegungseinrichtungen und ohne die Gefahr so hoher Materialverluste zu haben. Es  
30 ist aber auch gar keine Formstabilität der so gebildeten Legierungs-Suspension erforderlich, wie sie nach dem Stande der Technik angestrebt wurde. Es versteht sich auch, daß es bevorzugt ist, wenn mindestens zwei der oben erläuterten kennzeichnenden Merkmalsgruppen in Kombination miteinander verwendet werden. Denn vorzugsweise sind die Merkmale der Ansprüche 26 und/oder 27 vorgesehen, durch welche eine der Zykluszeit  
35 angepaßte Dosierung der Schmelze besonders leicht möglich ist. Das bedeutet in jedem Fall, daß die Legierungs-Suspension praktisch gleichzeitig mit dem Zuführen zur For-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

mungeeinrichtung (welcher Art sie auch immer sei, wie Schmiedemaschine, Druckgießmaschine usw.) nach Bedarf hergestellt wird.

5 **[0016]** An sich genügt die sich an der Suspendierstrecke durch Viskositätseffekte einstellende Turbulenz der Strömung, doch können auch die Merkmale des Anspruches 3 vorgesehen werden. Durch das statische Mischen werden auf einfache Art und Weise die an der Kühlfläche gebildeten Keime homogen in die Schmelze suspendiert. Mit diesem Suspendierungsschritt wird gleichzeitig die Ausbildung einer Diffusionszone an der Grenzschicht zwischen Keim und Schmelze unterbunden und damit die Voraussetzung für ein  
10 Dendritenwachstum vermieden. Es ergibt sich also keine Konstitutionelle Unterkühlung. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, daß unter dem Begriff „Keim“ hier eine dem Kristallgitter entsprechende vorgebildete Atomanordnung zu verstehen ist.

15 **[0017]** Ein wesentlicher Nachteil des Standes der Technik lag auch in den großen der Oxydation preisgegebenen Flächen der Legierungs-Suspension. Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind deshalb das Merkmal E) des Anspruches 3 und/oder die Merkmale des Anspruches 5 vorgesehen.

20 **[0018]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist vorzugsweise die Merkmale des Anspruches 6 bzw. eines der zugehörigen Unteransprüche auf. Es ist allerdings bei der bevorzugt vorgesehen aktiven Kühlung mittels eines Kühlsystems ein mögliches Problem (das allerdings auch ohne die Herstellung einer teilerstarrten Legierungs-Suspension auftreten kann), daß dann das Metall zum „Anbacken“ an den gekühlten Wandungen neigt. Zu dessen Vermeidung sind vorzugsweise die Merkmale des Anspruches 10 vorgesehen.  
25

**[0019]** Weitere Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich an Hand der nachfolgenden Beschreibung von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

30 Fig. 1A eine erfindungsgemäß ausgebildete Vorrichtung zum Bereitstellen einer teilerstarrten Legierungs-Suspension zur detaillierten Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 1B eine Variante der in Fig. 1A veranschaulichten Vorrichtung zusammen mit einer  
35 Stranggießvorrichtung als Formungsmaschine;

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

- Fig. 2 ein in erfindungsgemäßer Weise nach einem zweiten Ausführungsbeispiel ausgebildetes Ausgießrohr eines Schmelzofens vor einer Druckgießmaschine mit zentral angegossener Druckgießform;
- 5 Fig. 3 ein in erfindungsgemäßer Weise nach einem dritten Ausführungsbeispiel ausgebildetes Ausgießrohr eines Schmelzofens vor einem Teil einer Strangpreßanlage; die
- Fig. 4 und 5 weitere alternative Ausführungsformen;
- 10 Fig. 6 eine Variante zu Fig. 4 in einem Schnitt nach der Linie VI-VI der Fig. 4, wozu
- Fig. 7 ein Schnitt nach der Linie VII-VII der Fig. 6 ist;
- 15 Fig. 8 ein aus einzelnen separat temperierbaren Abschnitten zusammengesetzte Vorrichtung, zu der die
- Fig. 8A ein vergrößerter Ausschnitt eines Details A aus Fig. 8 ist; und
- 20 Fig. 9 ein Schnitt nach der Linie IX-IX der Fig. 8.

[0020] Fig. 1A stellt schematisch einen Teil der Füllbüchse 6 einer Druckgießmaschine 1 mit einem Gießkolben 7 dar. Die Füllbüchse 6 besitzt auch in üblicher Weise eine Einfüllöffnung 8, durch die hindurch zu vergießendes Metall vor den Kolben 7 einfüllbar ist. Das

25 Einfüllen einer Legierung erfolgt über einen Überführungsbehälter 10 d, der hier an das Ausgießrohr 9 eines Dosierofens 9' angeschlossen ist. Der Vorteil eines solchen Behälters 10d ist, daß mit seinem Volumen leicht dasjenige Volumen an Metall bestimmt werden kann, welches für einen Schuß in das Einfüllloch 8 einzufüllen ist. So kann gegebenenfalls einer Druckgießzelle (die eine oder mehrere Druckgießmaschinen in unmittelbarer Nähe, z.B. sternförmig angeordnet, umfassen kann) ein einziger Schmelzofen 9' zugeordnet werden, der - wie sich nachstehend noch ergibt, vorteilhaft als Dosierofen 9' ausgebildet ist.

30

35 [0021] Vorzugsweise besitzt der Überführungsbehälter 10d eine Auspreßeinrichtung, bevorzugt in Form eines Kolbens 28 (obwohl im Prinzip auch eine Extrusionsschnecke ver-



WO 02/055235

PCT/IB01/02422

wendet werden könnte, doch ist ein Kolben 28 einfacher), so daß das darin gesammelte Metall zwangsweise und unter Druck in die Füllbüchse 6 gepreßt werden kann. Da das Metall im teilerstarrten Zustand ist, bewirkt der so ausgeübte Druck gegebenenfalls einen Abfall seiner Viskosität, was das Einfüllen in die Füllbüchse erleichtert. Außerdem kann  
5 das einzufüllende Volumen durch das Volumen des Überführungsbehälters 10d leicht bestimmt werden. Ist eine Änderung des Volumens erwünscht, so kann der Überführungsbehälter 10d vorteilhaft mittels einer lösbaren, hier nicht im einzelnen dargestellten Verbindungseinrichtung vom Ausgießrohr 9c getrennt und durch einen Überführungsbehälter größeren oder kleineren Volumens ersetzt werden.

10

**[0022]** Der Überführungsbehälter 10d kann entweder einfach entsprechend isoliert sein, um einen isothermen Zustand des in ihm enthaltenen Metalls nach Erhalt eines gewünschten teilerstarrten Zustandes auf der Suspendierstrecke 9 zu sichern. Zweckmäßig wird es jedoch mindestens mit einer Kühleinrichtung mit einem, beispielsweise unten angeordneten, Zulauf 12 und einem Auslauf 13 sowie Kühlrohren O aufweisen. Das Mundstück des Überführungsbehälters 10d kann mit einem in einer senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden Richtung aus der gezeigten Offenstellung in eine Geschlossenstellung verschiebbaren bzw. um ein Scharnier H schwenkbaren Verschuß 10" versehen sein, wie  
15 das bei einem Tundish bekannt ist. Ein besonderer Zweck des Überführungsbehälters 10d ist auch die Anpassung der Verweilzeit an die Zykluszeit der nachgeschalteten Formungsmaschine 1.

20

**[0023]** Nun kann es aber vorkommen, daß Betriebsstörungen auftreten, welche eine sofortige Entleerung des Überführungsbehälters 10d verhindern. In diesem Falle bestünde  
25 die Gefahr, daß der Überführungsbehälter 10d am Ende nur mehr voll erstarrtes Metall beinhaltet. Um dies zu verhindern, ist es bevorzugt, wenn der Überführungsbehälter 10d auch mit Heizwicklungen X versehen ist. Diesen Heizwicklungen X kann ein Thermosensor (oder ein, beispielsweise induktiver Sensor für den Aggregatzustand des Metalles in ihm, wie er in der Literatur bereits beschrieben worden ist) zugeordnet sein, um die  
30 Heizwicklungen, gegebenenfalls auch nur abschnittsweise, einzuschalten, wenn das zum gewünschten teilerstarrten Zustand gekühlte Metall in diesem Zustand zu bewahren. Ja, solche Heizwicklungen X können auch dazu gebraucht werden, das teilweise erstarrte Material durch Verflüssigung seiner Randzonen leichter aus dem Überführungsbehälter 10d herauszubringen.

35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

- [0024]** Der Dosierofen 9' weist eine zwangsweise fördernde Pumpe 17 auf. Mit dieser Pumpe werden beim erfindungsgemäßen Verfahren mehrere Funktionen gleichzeitig erfüllt: Zum einen wird Schmelze, wenigstens periodisch kontinuierlich in das eine Suspenderstrecke für die herabfließende Schmelze bildende Ausgießrohr 9 gefüllt. Hier sei erwähnt, daß es an sich auch möglich wäre, an Stelle des Ausgießrohres 9 eine offene Rinne vorzusehen, doch bietet ein geschlossenes Rohr einen besseren Schutz gegen Oxydation und erlaubt es auch, eine Schutzgasatmosphäre darin aufzubauen. Da das Metall im Schmelzofen im flüssigen Zustand, also oberhalb der Liquidus-Temperatur, gehalten wird, bedarf es eines kühlenden Zwischenschrittes, wenn man die Füllbüchse 6 mit teilerstarrem Metall beschicken will. Es versteht sich daher, daß es bevorzugt ist, wenn das Metall im Schmelzofen mit dem Ausgießrohr 9 erst auf eine nicht höhere als 30°C, vorzugsweise nicht höher als 20°C, z.B. auf eine etwa 10°C, über der Liquidustemperatur gelegene Temperatur gebracht wird, um so einerseits Energie zu sparen, andererseits den Vorgang der Abkühlung auf den teilerstarrten Zustand zu beschleunigen. Der Ofen 9' ist vorzugsweise mit einer durch eine Zwischenwand 22 bis auf eine Verbindungsöffnung 23 abgeteilten Dosierkammer 24 versehen, über die Verbindungsöffnung 23 mit einer davor gelegenen Kammer, beispielsweise mit höherer Temperatur, verbunden und ausgangseitig unmittelbar an das Ausgießrohr 9 angeschlossen ist.
- [0025]** Eine weitere Funktion der Pumpe 17 liegt darin, daß durch sie in der Schmelze des Ofens 9' eine Strömung erzeugt wird, die ungeschmolzene Kristallisationskeime, sei es Fremdkeime oder an den Ofenwandungen gebildete kleine Dendriten, in das Pumpenrohr 17" bringt. Dabei wirkt ein Propeller 17' (oder eine Schraube) als Verteiler (Mischer) und Zerteiler, so daß daraus weitere Keime gebildet werden. Hier sei auf Friedrich Ostermann, „Anwendungstechnologie Aluminium“, Springer-Verlag, 1998, S. 306, verwiesen, wo der Vorteil von Rührvorgängen mit Kornverfeinerungswirkung beschrieben ist. Eine weitere Funktion der Pumpe 17 liegt darin, daß mit ihr eine Feindosierung (Legierungs-Suspension „auf Wunsch“) dann durchführbar ist, wenn ihr wenigstens ein zur Förderung über die Zykluszeit der Druckgießmaschine (1 in Fig. 1B) mittels eines von Hand oder durch eine Programmsteuerung betätigbaren Schalters S ein- und abschaltbarer Antrieb, sei es als Getriebe oder als Motor M, zugeordnet ist. Bevorzugt oder alternativ ist der Schrauben- oder Propellerpumpe 17 ein Antrieb M variierbarer Geschwindigkeit zugeordnet, zu welchem Zweck eine Motorsteuerstufe C vorgesehen sein kann.
- [0026]** Um zusätzliche Primärkeime zu erhalten, kann es zweckmäßig sein, mindestens Teile der Pumpe 17 zu kühlen. Beispielsweise kann das Rohr 17" mit einem Kühlmantel

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

versehen werden. Bevorzugt ist es allerdings, wenn bewegte Teile der Pumpe 17 mit einer solchen Kühleinrichtung versehen werden. Zu diesem Zweck ist die Welle 17a der Pumpe 17 als Hohlwelle ausgebildet, wie dies etwa bei Rührwerksmühlen für Kühlzwecke bekannt ist, so daß die Einzelheiten einer solchen Kühlanordnung nicht beschrieben werden müssen. Dementsprechend läuft Kühlmittel im Sinne eines Pfeiles P durch den zentralen Hohlteil der Welle 17a (ein in die Welle 17a eingesetztes, mitdrehendes und, z.B. nicht ganz bis zum unteren Ende des Hohlraumes der Welle 17a reichendes, Rohr) ein, strömt an dessen unteren Ende in einen radial auswärts in einen Ringkanal und verläßt die Hohlwelle 17a durch einen stationären, bei Rührwerksmühlen an sich bekannten Drennhausaß 17b mit einem Auslaßstutzen 17c. Gewünschtenfalls kann aber auch der Propeller 17' bzw. die Pumpenschraube in an sich bekannter Weise gekühlt werden.

[0027] Die Drehung der Welle 17a bringt es mit sich, daß etwaige sich daran bildende Primärdendriten in die Schmelze radial abgeschleudert werden und in der Schmelze so degenerieren, wie es im oben genannten Stand der Technik beschrieben ist. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber der EP-A-0 745 694 liegt in der zeitlichen und örtlichen Vorverlegung des Keimbildungsprozesses, die das Nachschalten einer Vielzahl bewegter Tiegel für die Nachkühlung und das Keimwachstum und deren Bewegungsapparatur unnötig macht. In einem zweiten Schritt wird dann das so vorgebildete Keimvolumen derart erhöht, daß auch unabhängig von den Effekten des statischen Mischens auch die geometrischen Randbedingungen kein Dendritenwachstum mehr zulassen.

[0028] Daher fördert die Pumpe 17 die Schmelze in einen vom Pumpenrohr 17" abzweigenden Rohrstutzen 26, an den das Ausgießrohr 9 anschließt. Das Ausgießrohr 9 ist innen glatt ausgebildet, weist aber, ähnlich dem Überführungsbehälter 10d, Kühlschlangen O und Heizwicklungen X zum selben Zweck auf, wie er oben für den Behälter 10d beschrieben wurde. Die mit Vorkeimen versehene Schmelze wird also von der Pumpe 17, vorzugsweise in einer dünnen Schicht, über den Boden des Ausgießrohres 9 gefördert. Die Kühleinrichtung O bewirkt dabei, daß die dem Boden zunächst liegende Schicht der Schmelze viskoser wird und langsamer zu fließen beginnt, während eine heißere Schicht schneller darüber rinnt. Die heißere Schicht aber schmilzt die darunterliegende dünne Schicht wieder auf, so daß im Endeffekt eine Turbulenz der Strömung entsteht, die einen Mischeffekt ergibt. Dieser Mischeffekt seinerseits bewirkt eine Homogenisierung der sich so bildenden Legierungs-Suspension, d.h. Temperatur- und Konzentrationsunterschiede über das Volumen der Legierung quer zur Strömungsrichtung werden vermieden und damit die Tendenz zur Dendritenbildung. Vielmehr bilden sich weitere Keime, lassen ei-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

nem Dendritenwachstum gar keinen Raum mehr und vergrößern sich daher in globulitischer Form, was natürlich erwünscht ist. Am Ausgang der vom Ausgießrohr 9 gebildeten Suspendierstrecke ist daher bereits die gewünschte Legierungs-Suspension im wesentlichen fertig vorhanden und bedarf daher keiner weiteren Tiegel mehr.

5

**[0029]** Falls nun stets ein und dieselbe Legierung und immer mit im wesentlichen demselben Feststoffanteil verarbeitet werden soll, ist die bisher beschriebene Ausbildung der Anordnung nach Fig. 1A ausreichend. Falls aber Änderungen der Legierung bzw. des Feststoffanteiles ermöglicht werden sollen, so ist dabei zu bedenken, daß bei gleichbleibender Neigung  $\alpha$  der Suspendierstrecke 9 zu einer horizontalen, strich-punktiert gezeigten Ebene, die Viskosität der jeweiligen Legierung unterschiedlich sein wird, was dann die Kühlzeit im Ausgießrohr beeinflussen würde. Um eine unabhängig wählbare Verweilzeit der Schmelze in der Suspendierstrecke 9 zu erhalten und so den Anteil der aus der Schmelze extrahierten Schmelzwärme zu steuern, ist dessen Neigungswinkel  $\alpha$  vorzugsweise einstellbar. Damit kann die Verweilzeit so gesteuert werden, daß sie einerseits an die Zykluszeit der nachgeschalteten Formungsmaschine, etwa der an Hand der Teile 6-8 in Fig. 1A angedeuteten Druckgießmaschine, angepaßt wird, andererseits die Extraktion der Schmelzwärme gegebenenfalls auf diese Weise eingestellt werden kann, wogegen eine weitere Methode zur Einstellung dieser Extraktion in der Wahl des durch die Rohre O fließenden Kühlmittels und dessen Durchsatz pro Zeiteinheit liegt. So kann der über die Suspendierstrecke 9 laufenden Schmelze die Schmelzwärme mit einem Anteil von 20% bis 60%, vorzugsweise 30% bis 50%, derart entzogen werden, daß am unteren Ende der Suspendierstrecke die gewünschte Legierungs-Suspension fertig vorliegt. Es versteht sich, daß der Neigungswinkel  $\alpha$  von 90°, d.h. also von der Vertikalen, abweichen wird und kleiner als 90° sein wird.

**[0030]** Zum Zwecke des Einstellens des Neigungswinkels  $\alpha$  mag eine Verstellvorrichtung in Form eines um eine ortsfeste Achse 53 oder Welle drehbaren Exzentrums 54 in einem mit dem Ausgießrohr 9 verbundenen Rahmen 55 vorgesehen sein, womit das Rohr 9 mehr oder weniger geneigt werden kann. Am anderen Ende ist das Rohr um eine, vorzugsweise nahe einer Wand des Ofens 9' bzw. nahe dem Rohrstutzen 26 gelegene, Achse 56 schwenkbar. Es versteht sich, daß die gezeigte Ausbildung nur ein Beispiel darstellt, und daß es sogar bevorzugt sein kann, ein fluidisches Verstellsystem, ein Zahnstangensystem oder ein Hebelgetriebe zu verwenden, um größere Verstellhübe zu erzielen, beispielsweise die Suspendierstrecke 9 über die strich-punktiert gezeigte Horizonta-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

lebene hinaus anzuheben und so ein Zurückfließen der Legierung in den Ofen 9' zu erreichen, wenn Störungen an der Formungsmaschine auftreten sollten.

**[0031]** Um eine Schiefstellung des Überführungsbehälters 10d möglichst zu vermeiden, steht der Ofen 9' vorzugsweise auf einem, lediglich schematisch angedeuteten, Hubgestell, das in herkömmlicher Weise ausgebildet sein kann, beispielsweise als hydraulisch oder mechanisch heb- und senkbares Gestell. Vorzugsweise ist die Verstellung der Verstelleinrichtung 53-55 bzw. die Drehung der Welle 53 mit der Bewegung des Hubgestelles 57 synchronisiert. Theoretisch wäre es natürlich auch möglich, den Ofen 9' auf einem so hohen Niveau vorzusehen, daß der Behälter 10d in jedem Falle über der (entsprechend groß bemessenen) Einfüllöffnung 8 liegt, auch wenn die Neigung des Rohres 9 unterschiedlich ist.

**[0032]** Es wurde oben die Kühleinrichtung O erwähnt. Eine Kühlung kann jedoch zusätzlich oder alternativ auch so erfolgen, daß in das Ausgießrohr 9 über einen Zulauf 58 Schutzgas, z.B. Stickstoff, zugeführt und am Ende über einen Auslauf 59 abgeführt wird. In einem solchen Falle erübrigt sich ein Aufwärmen des Gases, und es kann dieses bei Raumtemperatur, also etwa 20°C oder auch flüssig, zugeführt werden. Dies ist besonders bei der Verarbeitung von Magnesium von Vorteil, bei dem wohl auch das Innere des Ofens 9' von einer solchen Inertatmosphäre erfüllt sein wird. Natürlich ist eine solche Maßnahme auch für Aluminium oder jedes andere Metall von Vorteil, weil dadurch eine Oxydation stark reduziert bzw. praktisch verhindert wird.

**[0033]** Nach Fig. 1B kommt das zu vergießende Metall vom Dosierofen 9' (Fig. 1A), von dem in Fig. 1B nur das Ausgießrohr 9 gezeigt ist. Der Schritt des Befüllens einer Formungsmaschine 1a wird bei der Ausführungsform nach Fig. 1B mit einem vom Ausgießrohr gesonderten Überführungsbehälter 10 durchgeführt. Der Vorteil eines gesonderten Überführungsbehälters 10 liegt unter anderem darin, daß es gar nicht erforderlich ist, jeder Formungsmaschine einen eigenen Schmelzofen mit Ausgießrohr 9 zuzuordnen, vielmehr ein einziger Schmelzofen an einem zentralen Ort aufgestellt und von dort aus die einzelnen Formungsmaschinen über solche Behälter 10 beliefert werden können.

**[0034]** Als Formungsmaschine ist unterhalb des Überführungsbehälters 10, nach einem Sammelbehälter oder Tundish 10e, bevorzugt eine Stranggießeinrichtung 1a an sich bekannter Bauart nachgeschaltet. Es handelt sich dabei um eine ähnliche Stranggießeinrichtung, wie sie etwa aus der DE-A-1 783 060 bekannt geworden ist, nur mit dem Unter-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

schied, daß bei dieser Stranggießmaschine eine elektromagnetische Rührereinrichtung vorgesehen werden mußte, um Dendriten zu zerstören. Diese Einrichtung kann nun durch die Erfindung erspart werden, so daß die Stranggießvorrichtung 1a einfacher und kostengünstiger aufgebaut sein kann. Es sei erwähnt, daß eine solche Stranggießmaschine 1a  
5 entweder zyklisch - zur Erzeugung mehr oder weniger langer Bolzen - oder kontinuierlich betrieben werden kann. Es soll erwähnt werden, daß die Kombination einer Stranggießvorrichtung 1a mit einem eine Pumpe 17 aufweisenden Dosierofen 9', wie sie unten an Hand der Fig. 4 im einzelnen beschrieben werden, deshalb von besonderem Vorteil ist, weil eine Stranggießanlage und die von ihr erzeugte Qualität nicht zuletzt auch von einem  
10 möglichst gleichmäßigen statischen Flüssigkeitsdruck abhängig sind. Es ist beispielsweise aus der US-A-4,358,416 oder der EP-A-0 095 596 bekannt, eine Regeleinrichtung für das Niveau im Tundish vorzusehen. Kombiniert man aber die Dosierpumpe 17 mit der Stranggießeinrichtung, so erhält man automatisch einen konstanten statischen Flüssigkeitsdruck, kann unter Umständen sogar auf den Tundish 10e verzichten und die Dosierpumpe 17 unmittelbar die Stranggießvorrichtung 1a beliefern lassen.

[0035] Um den oben beschriebenen Mischeffekt zu intensivieren, besitzt nun der Behälter 10 eine statische Mischeinrichtung, vorzugsweise in Form von ineinandergreifenden, das Metall jedenfalls von einer zur anderen Seite wendenden und damit mischenden Wandungsvorsprüngen 11. Diese Wandungsvorsprünge mischen also das Metall während  
20 seines Einfüllens und Ausfließens. Im Gegensatz zum bekannten Chargenverfahren, bei dem einzelne Chargen in eine große Anzahl von, z.B. über ein Karussell, bewegten Tiegeln gefüllt werden, wird hier also ein Durchflußverfahren angewendet bzw. im Durchfluß das teilerstarnte Metall gewonnen, wobei der Verschluß 10" stets geöffnet oder überhaupt  
25 weggelassen ist. Gleichzeitig kann der Behälter 10, ähnlich wie der an Hand der Fig. 1A beschriebene Behälter 10d, entweder einfach entsprechend isoliert sein, um die eingefüllte Legierungs-Suspension isotherm zu halten. Zweckmäßig wird es jedoch wie der Behälter 10d mindestens eine Kühleinrichtung mit einem, beispielsweise unten angeordneten, Zulauf 12 und einem Auslauf 13 sowie Kühlrohren O im Inneren der Vorsprünge 11 aufweisen. Damit wird die Umwandlung vom (noch) flüssigen Zustand, wie er beim Ausfließen aus dem Rohr 9 herrscht, in einen abgekühlten Zustand gesichert, wobei das Mundstück 10' des Behälters 10 wiederum mit einem verschiebbaren Verschluß 10" versehen sein kann, im vorliegenden Fall aber, wie oben erwähnt, nicht sein wird. Es versteht sich, daß bei Verwendung eines solchen transportablen Überführungsbehälters 10 die Kühleitung des Ausgießrohres allenfalls herabzusetzen ist, beispielsweise auf die Kühleinrichtung O verzichtet und nur mit Schutzgas gekühlt wird. Aus demselben Grund, wie oben  
35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

an Hand des Behälters 10d beschrieben, ist auch vorzugsweise eine wahlweise einschaltbare Heizeinrichtung X vorgesehen, die auch zum Aufschmelzen erstarrten Materials verwendet werden kann, so daß keine gesonderte Schockheizung 16a erforderlich ist.

5 [0036] An Hand der Fig. 8 wird später erläutert, wie eine zonenweise Überwachung der Temperatur mit entsprechender Regelung realisiert werden kann. Es mag aber bei der in Fig. 1B gezeigten Ausführungsform zweckmäßig sein, wenn der Behälter 10 (oder auch der Behälter 10d), etwa entlang seiner Längsachse 14, geteilt und auseinandernehmbar ist, um diesen nötigenfalls reinigen zu können. In einem solchen Falle wird es zweckmäs-  
10 sig sein, wenn jeder Hälfte eine eigene Zu- und Abfuhr für das jeweilige Temperiermittel (Kühl- oder Heizmittel) zugeordnet wird, wie es im Falle der vier Anschlüsse 15 (je ein Paar für jede Gefäßhälfte) für die elektrischen Anschlüsse der Heizwicklungen X gezeigt ist.

15 [0037] Fig. 2 zeigt schematisch die Druckgießmaschine 1 mit mehreren Formteilen 2, einer ortsfesten Aufspannplatte 3 für einen stationären Formteil 4, sowie ein stationäres Schild 5. Zwischen der Platte 3 und dem Schild 5 ist die Füllbüchse 6 eingespannt, in der der Gießkolben 7 der Länge nach verschiebbar ist. Die Füllbüchse 6 kann mit einer Heizeinrichtung 16 versehen sein. Es versteht sich, daß statt der Druckgießmaschine 1 auch  
20 jede andere Formungsmaschine, beispielsweise ein Extruder für sich oder als Thixo-Formmaschine verwendet werden kann, beispielsweise entsprechend der WO 97/21509. Während der Extruder aber dort unter anderem die Funktion besitzt, allfällige Dendriten durch seine Scherkräfte zu zerstören (und damit auch einen entsprechenden Energiebedarf aufweist), ist dies bei der vorliegenden Erfindung nicht der Fall, weil sich hier ja gar  
25 keine Dendriten bilden.

[0038] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind Mischvorsprünge 11a eines Schwerkraftmischers bzw. statischen Mischers in das Ausgießrohr 9a des Schmelzofens 9' integriert, welches letzterer nur teilweise gezeigt ist. Hier sei angemerkt, daß es zwar bevorzugt  
30 ist, das Mischen unter Schwerkraft durchzuführen, daß es aber ebenso denkbar wäre, die Mischvorsprünge, z.B. 11a, in einem aufsteigenden Kühlrohr unterzubringen, durch welches das Metall beispielsweise mittels Gasdruck gefördert wird. Der Schmelzofen 9' kann gegebenenfalls verfahrbar sein, um zu jeder zu beliefernden Formungsmaschine zu gelangen, braucht dieser also nicht stationär zugeordnet zu sein. Die Bezugsziffern sind  
35 hier, wie in den folgenden Ausführungsbeispielen gleich wie in Fig. 1B, aber gegebenenfalls mit einem Zusatz versehen.

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

- [0039]** Wenn also flüssiges Metall, vorzugsweise knapp über der Liquidustemperatur, aus dem Ofen 9' mit Hilfe einer Dosierpumpe 17 in das Ausgießrohr 9a gefördert wird, rinnt es über die von den Vorsprüngen 11a gebildete Treppe abwärts, wobei das Ausgießrohr 9a  
5 entweder so lang bemessen ist, daß sich eine natürliche, nicht erzwungene, Abkühlung ergibt, oder es sind - wie dargestellt - wieder Kühlrohre O in den Vorsprüngen 11a vorgesehen, was bevorzugt ist. Durch das immer wieder erfolgende, kaskadenartige Ergießen auf die jeweils darunter befindliche Treppe 11a ergibt sich der gewünschte Mischeffekt.
- [0040]** Sollte das Ausgießrohr so dünn bemessen sein, daß das fließende Metall seinen ganzen Innendurchmesser erfüllt, können solche Mischvorsprünge 11a auch an der oberen bzw. an Seitenwandungen des Ausgießrohres vorgesehen sein, wobei die Form der Vorsprünge gleich oder verschieden sein mag, wobei allenfalls unterschiedliche Formen, etwa der später noch gezeigten Art, gemischt vorliegen können. Beispielsweise wäre es  
15 denkbar, am oberen Beginn des Ausgießrohres 9a zur Erzielung eines statischen Mischeffektes eine mit Öffnungen versehene Scheibe quer über den Durchmesser des Rohres vorzusehen, so daß der Strom flüssigen Metalles in mehrere sich hinter der Scheibe wieder vereinigende und somit mischende Teilströme geteilt wird. Eine solche Scheibe stellt allerdings einen gewissen Strömungswiderstand dar, weshalb ihre Anordnung auf  
20 den oberen Bereich des Ausgießrohres 9a beschränkt bleiben sollte.
- [0041]** Wie beim Gefäß 10 in Fig. 1B mag es auch hier vorteilhaft sein, Heizwicklungen X einzubauen, um ein "Anbacken" von Metall an den Wandungen des Ausgießrohres 9a zu verhindern, falls sich etwa durch Betriebsstörung eine längere Verweildauer des Metalls  
25 im Ausgießrohr ergeben sollte. Die Verwendung nicht-benetzender Werkstoffe für den statischen Mischer bzw. das Ausgießrohr 9, 9a des Ofens ist deshalb von besonderem Vorteil. Als Beispiel seien etwa keramisch beschichtetes Metall oder ganze keramische Bauteile genannt. Wobei eine solche Metallplatte 19 hier strichliert bei 19 angedeutet ist. Die Mischvorsprünge 11a können dann auf der aus dem Rohr 9a zu Reparatur- oder  
30 Reinigungszwecken herausziehbaren, in Fig. 2 Platte 19 angeordnet sein. Zusätzliche starke Heizwicklungen X' mögen für eine schockartige Erwärmung dann von Vorteil sein, wenn die Suspension beispielsweise auf Grund einer Störung voll erstarrt ist und erneut zum Fließen gebracht werden soll.
- [0042]** Ferner mag es vorteilhaft sein, eine Hochfrequenz-, bevorzugt eine Ultraschallfrequenzeinrichtung 16a an der Suspendierstrecke 9a anzubringen, um ein Eindringen von  
35



WO 02/055235

PCT/IB01/02422

Schmelze in die Poren des die Vorsprünge 11a bildenden Keramikmaterials zu verhindern. Es hat sich besonders bei aufgeprägten Ultraschallschwingungen erwiesen, daß diese das Metall aus den Poren austreiben und damit die Lebensdauer der Keramikteile verlängern.

5

[0043] Das untere Ende des Ausgießrohres 9a kann gegebenenfalls auch mit einem ähnlichen Verschuß versehen werden, wie er in Fig. 1A oder B für den Überführungsbehälter bei 10" angedeutet ist. Dazu kann ein Schiebergehäuse 18 vorgesehen werden. Damit kann das Herabfließen von Legierungs-Suspension bei Störungen der Formungsmaschine (und damit einer Änderung der Zykluszeit) vermieden werden. Gegebenenfalls ist aber das Ausgießrohr 9 um die Achse 56 (Fig. 1A) derart verschwenkbar, daß es in einem solchen Falle über die in Fig. 1A strich-punktiert gezeigte Horizontalebene aufwärts verschwenkt wird und so die Legierungs-Suspension wieder in den Ofen 9' (oder ein anderes Vorratsgefäß) zurückfließt. Natürlich wäre es ebenfalls denkbar, das Ausgießrohr 9a, wie im Falle des Gefäßes 10 der Fig. 1B, aus zwei auseinandernehmbaren Hälften zusammenzusetzen, etwa entlang seiner Längsachse L, um es so leichter warten zu können.

[0044] Wenn oben von der Anordnung einer Ultraschall-Einrichtung die Rede war, so sei hier erwähnt, daß die Anwendung von Ultraschall, beispielsweise in einem Gefäß 10, nach den Feststellungen der Erfinder auch einen günstigen Effekt auf das Metallgefüge hat: Es wird feiner, die Kristalle werden runder. Dabei kann ein solcher Ultraschalleffekt auch etwa auf die Formmaschine, wie eine Druckgießmaschine angewendet werden, weil es dort eine Art „Rüttler-Effekt“ - nach der Art der Verdichtungswirkung von Betonrüttlern - ausübt. Da sich eine solche Ultraschallschwingung im allgemeinen nach allen Seiten ausbreitet, mag es genug sein, eine einzige Ultraschalleinrichtung an einem Ort so anzubringen und mit einer derartigen Energie zu betreiben, daß sich ein günstiger Effekt sowohl auf die Keramikauskleidung der Suspendierstrecke als auch auf die Formmaschine ergibt. Beispielsweise könnte die Ultraschalleinrichtung an einer - zweckmäßig ebenfalls mit Keramik ausgekleideten Gießbüchse einer Druckgießmaschine angeordnet sein, wobei sich der Schall sowohl bis zur davor gelegenen Suspendierstrecke als auch zum Gefäß 10, in der einen Richtung, als auch bis in die Kavität der Gießform auswirkt. Dies bedeutet jedoch eine ziemlich hohe benötigte Energie, weshalb es bevorzugt sein wird, mehrere solcher Ultraschalleinrichtungen vorzusehen. Obwohl eine Ultraschalleinrichtung bevorzugt ist, ist es denkbar, auch andere hochfrequente Schwingungserreger zu verwenden, wie etwa ein elektromagnetisches Wechselfeld, das zwar auch mit niedrigeren Frequenzen wirksam sein mag, vorzugsweise aber hochfrequent betrieben wird. Es versteht sich, daß

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

diese Anwendung von Schwingungsenergie auch für sich, und unabhängig von den anderen Merkmalen eine selbständige Erfindung darstellt.

**[0045]** Fig. 3 zeigt eine der Fig. 2 ähnliche Darstellung, aber eines modifizierten Ausführungsbeispiels. Als Formungsmaschine kann in diesem Falle eine Extrusionspresse mit einem Extrusionskolben 7b vorgesehen sein, es kann sich aber auch um eine Füllbüchse 6a, ähnlich der Füllbüchse 6 der Fig. 1A für eine Druckgießmaschine handeln. Die Ausbildung dieser Füllbüchse 6a entspricht nun einer solchen nach der deutschen Offenlegungsschrift 100 47 735, deren Inhalt hier durch Bezugnahme als geoffenbart gelten soll. Es ist nämlich sinnvoll, die Füllbüchse 6a, z.B. mittels Heizwicklungen 16 zu heizen, um keine Veränderung der Legierungs-Suspension zu erhalten. Dazu kann es vorteilhaft sein, den Vorderteil der Füllbüchse 6a gewissermaßen als „Überführungsbehälter“ auszubilden und diesen mit einem, z.B. ebenfalls beheizten, Schiebeverschuß 10“ zu versehen.

15

**[0046]** Wie in Fig. 2 ist auch im Falle der Fig. 3 das Ausgießrohr 9b selbst mit einem statischen Schwerkraftmischer entlang einer schlangenartig gewundenen Mittellinie L' zwischen einander - ähnlich wie beim Mischer nach Fig. 1B - überlappenden Vorsprüngen 11b versehen, die eine besonders gute Durchmischung und Homogenisierung erlauben. Obwohl der statische Mischer, im Prinzip auch von der bei Schüttgütern verwendeten Art mit mit Öffnungen versehenen Einbauten ausgebildet sein kann, so daß ein Teil des Stromes durch die Öffnungen nach außen oder nach innen fließt, während ein anderer Teilstrom daran vorbei geht, sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung einander überlappende Vorsprünge aus mehreren Gründen besonders bevorzugt. Einerseits neigen mit Öffnungen versehene Einbauten, etwa wie die oben erwähnte quer eingesetzte Scheibe dazu, sich eher zu verstopfen, sobald nämlich die Temperatur des Metalls entsprechend gesunken und das Metall viskoser geworden ist. Andererseits bedeutet eine Überlappung, daß ein Teil des Metalles die Wand entlang fließt, ein anderer Teil aber auf den nächsten überlappenden Vorsprung 11b tropft und von dort nach unten abgegeben wird, wo er sich mit dem der Wand entlang, und somit über eine unterschiedliche Strecke geströmten Metall unter Mischen vereinigt.

**[0047]** Es ist oben bereits erwähnt worden, daß es vorteilhaft sein kann, sowohl Kühl- als auch Heizeinrichtungen vorzusehen. Da das Metall aus dem Ofen 9' mit höherer Temperatur austritt, mag es sein, daß ein Nachheizen im Falle eines Stillstandes bzw. einer Unterbrechung des Betriebes im oberen Teil des Schwerkraftmischers weniger nötig ist.

35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

Diesen Fall zeigt die Fig. 3, bei der im oberen Teil des Ausgießrohres 9b nur Kühlschlangen O vorgesehen sind, jedoch zonenweise um so mehr elektrische Heizeinheiten X angebracht sind, je mehr sich der Mischerraum 21 entlang der Linie L' dem Mundstück 10'b bzw. dem Schiebergehäuse 18 des Ausgießrohres nähert. Die an Hand der Fig. 2 erläuterte Schockheizung 16a für Notfälle kann ebenfalls vorgesehen werden.

[0048] Die Kühleinrichtung bzw. Wärmeleitrohre könnten zwar an sich verschiedenartig ausgebildet sein, beispielsweise auch mit verdampfbarem Kühlmittel arbeiten, doch besteht bei so starker Kühlung die Gefahr einer örtlichen Unterkühlung, die dann zu der in der Literatur beschriebenen "Konstitutionellen Unterkühlung" und zu einer Dendritenbildung führen kann. Deshalb ist die Kühlung mittels eines fließenden Kühlmediums bevorzugt, wobei zwar in der an Hand der Fig. 1B gezeigten Art im Gegenstrom zum Fluß des Metalles gekühlt werden kann, eine Umkehrung der in Fig. 1B gezeigten Anordnung mit dem Kühlzulauf 12 oben und dem Auslauf 13 unten, d.h. im Gleichstrom, bevorzugt ist, weil so der obere Bereich, wo das flüssige Metall eintritt, stärker gekühlt wird, als der untere Bereich. Dies führt zwar dennoch insgesamt zu einem annähernd linearen Absenken der Metalltemperatur über die Länge des Weges, z.B. entlang der Linie L', doch in der Praxis eher doch zu einer mehr oder weniger leichten Degression der Kühlleistung.

[0049] Es wurde oben erwähnt, daß das aus dem Mundstück 10' (bzw. 10'a oder 10'b) austretende Metall gegebenenfalls auch halbflüssig sein, d.h. einen Festanteil unter 50% aufweisen kann. Dies erleichtert natürlich das Abfließen des gekühlten Metalles, obwohl in gewissen Fällen gerade für Formungsmaschinen, wie 1 oder 1a, Metall mit einem Feststoffanteil von  $\geq 50$  Gew-% bevorzugt ist. In diesem Falle ist es aber unter Umständen schwieriger, es in die Formungsmaschine zu bringen. Fig. 4 zeigt hier einen Ausweg.

[0050] Fig. 4 veranschaulicht wieder den Ofen 9' mit der durch die Zwischenwand 22 bis auf eine Verbindungsöffnung 23 abgeteilten Dosierkammer 24, die unmittelbar mit dem Ausgießrohr 9c verbunden ist. Dazu taucht das Rohr 17" der Pumpe 17 unter ein, z.B. durch einen Sensor 25 bestimmtes, Flüssigkeitsniveau des Schmelzofens 9' ein und fördert die Schmelze über den in das Ausgießrohr 9c ragenden Rohrstutzen 26 in dasselbe hinein. An Stelle eines die Pumpe 17 regelnden Sensors 25 kann auch eine Überlaufkante vorgesehen sein, welche das Flüssigkeitsniveau ohne Regelaufwand bestimmt. Beispielsweise kann die innere, untere Kante des Stutzens 26 als Überlaufkante dienen..

35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

**[0051]** Innerhalb des Ausgießrohres 9c ist hier der statische Mischer als ortsfeste Schneckenwendel 11c ausgebildet, die gegebenenfalls zur Verbesserung der Mischwirkung mit einzelnen Zapfen 27 über ihren Umfang bzw. ihre Länge versehen sein kann. Das untere Ende des Ausgießrohres 9c mündet aber nun in einen die Legierungs-Suspension sammelnden Überführungsbehälter 10c, der in der angedeuteten Weise an das Einfülloch 8 andockbar oder auch fest angedockt ist. Der Überführungsbehälter 10c ist vorteilhaft wieder mit einer Auspreßeinrichtung bzw. dem Kolben 28 versehen. Wie ersichtlich und angedeutet, ist es wiederum von Vorteil, den Behälter 10c mit Heizeinrichtungen X, gegebenenfalls auch mit einer Kühleinrichtung O zu versehen.

10

**[0052]** Die Ausführungsform nach Fig. 5 ist der der Fig. 4 insofern ähnlich, als auch hier eine statische Schneckenwendel 11c eingebaut ist. Die Ausführung veranschaulicht lediglich, daß es denkbar wäre, das Ausgießrohr 9d drehbar in Lagern 29 auf einer Unterlage 29' zu halten und beispielsweise über einen außen angebrachten Zahnkranz 30 und ein Motorritzel 30 eines Motors M1 anzutreiben. Die Drehrichtung kann, je nach den gewählten Dimensionen, insbesondere der Länge des Ausgießrohres 9d, entweder in Förderrichtung des unter Schwerkraft herabfließenden Metalles oder, vorteilhaft, in Gegenrichtung erfolgen. Im Falle der Gegenrichtung zu der durch die Wendel 11c bestimmten Förderrichtung bleibt das Metall länger im Bereich der Temperiereinrichtungen X bzw. O des Ausgießrohres 9d, d.h. dieses Rohr 9d kann dann gegebenenfalls kürzer bemessen werden. Zusätzlich ergibt sich durch die Schwerkraftförderung in Abwärtsrichtung des Ausgießrohres 9d und die gleichzeitige Drehung dieses Rohres im Gegensinne eine bessere Durchmischung. Dennoch ist diese Ausführungsform wegen des zusätzlich vorzusehenden Antriebes nicht in allen Fällen bevorzugt.

25

**[0053]** Fig. 6 veranschaulicht eine weitere Ausführungsform in einer Schnittansicht von oben, etwa im Sinne der Linie VI-VI der Fig. 4. Darin enthält ein an das isotherme Sammelgefäß 10c angeschlossenes Ausgießrohr 9e als Suspendierstrecke eine Reihe von Kühlrippen 31, die allenfalls, aber nicht unbedingt, zum Erzielen einer Mischwirkung mit Umlenkungen, wie bei 32, und/oder mit Unterbrechungen 33 bzw. Umlenkverdickungen 34 versehen sein können. Auch könnte in der Rinne zwischen zwei solchen Rippen 31 im Bereich einer Unterbrechung ein Umlenkzapfen, etwa ähnlich den Zapfen 27 der Fig. 4 oder in der Art der später beschriebenen Fig. 9, vorgesehen sein, so daß jedenfalls die durch die Kühlrippen geteilten Metallströme ineinanderfließen, oder aufgestaut werden und sich mit nachkommendem Metall vermengen.

35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

**[0054]** Fig. 7 zeigt einen Schnitt etwa im Sinne der Linie VII-VII der Fig. 6, bei dem gegeneinander versetzte Rippen 31 und 31a vorgesehen sind. Deutlich sind auch die Rippen 31a mit Kühlkanälen O versehen. Hier sei erwähnt, daß zueinander parallele Rippen (wie sie in dem Schnitt der Fig. 7 ersichtlich werden), die also für sich keinen statischen Mischeffekt ergeben (außer durch die an Hand der Fig. 1A beschriebenen Turbulenz der Schichten) zu einer Verbesserung der Kühlleistung beizutragen vermögen, weshalb derartige Einbauten 31, 31a zur Vergrößerung der Kühlflächen vorteilhaft sind. Es ist daher denkbar, daß man unterschiedliche Kühlanforderungen bei unterschiedlichen Legierungen und/ oder Feststoffanteilen durch den Ersatz durch unterschiedliche Größe der Kühlfläche berücksichtigt. Dazu ist wiederum die oben an Hand der auswechselbaren Platte 19 beschriebene Ausbildung von Vorteil. Gewünschtenfalls könnte aber statt einer auswechselbaren Platte 19 ein auswechselbares Innenrohr vorgesehen werden.

**[0055]** An Hand der Fig. 8, 8A und 9 soll eine besondere Ausführungsform gezeigt werden, bei der zunächst ersichtlich ist, daß das Ausgießrohr 9f von oben nach unten immer steiler, d.h. unter einem steileren Winkel zur Horizontalen verläuft. Dies trägt dem Umstand Rechnung, daß das Metall mit zunehmender Abkühlung immer viskoser wird und daher gegebenenfalls langsamer fließt. Der dargestellte Verlauf der Mittellinie L' entspricht dabei vorzugsweise annähernd einer Brachystochrone (Zykloide), doch sind andere Verläufe, beispielsweise mit unter jeweils einem Winkel aneinander anschließenden geraden Abschnitten, denkbar, die beispielsweise einem Zykloidenverlauf angeglichen sein mögen.

**[0056]** Ferner ist hier etwas stärker ausgeprägt, was sich bereits bei der Ausführung nach Fig. 3 andeutete, nämlich eine bereichsweise unterschiedliche Temperierung. Dies ist im Falle der Fig. 8 so weit getrieben, daß das Ausgießrohr 9f in einzelne, zusammengesteckte Ringe 9.1 bis 9.5 unterteilt ist, die jeweils gesonderte Temperierungskreisläufe (nur die Kühlkreisläufe sind dargestellt) aufweisen.

**[0057]** So ist ein Zufuhrsammelrohr 35 und ein Abflußsammelrohr 36 entlang des Ausgießrohres 9f vorgesehen, die beide über einen zugehörigen Stutzen 37 bzw. 38 an entsprechende Zufuhrleitungen bzw. Abflußleitungen anschließbar sind. Von diesen Sammelrohren 35, 36 reichen zu jedem der Ringe 9.1 bis 9.5 jeweils ein Zufuhrzweig 39 am oberen Ende jedes Ringes und ein Abflußzweig 40 mit einem Regelventil V am unteren Ende jedes Ringes 9.1 bis 9.5. Das Regelventil V könnte statt im Abflußzweig 40 auch im jeweiligen Zufuhrzweig 39 vorgesehen sein. Jedem Ring 9.1 bis 9.5 ist ein Temperatur-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

sensor 41 zugeordnet, der hier an der Oberseite eingezeichnet ist, vorzugsweise aber eher im Bereiche des Abflußzweiges liegt.

**[0058]** Die Sensoren 41 können beispielsweise - wie von Sensorkabeln bekannt - an einem Bus 42 gelegen sein und werden von einem Prozessor 43 laufend nach der von ihnen gemessenen Temperatur abgefragt. Beispielsweise besitzt jeder Sensor 41 einen Adressierteil mit einer ihm eigenen Adresse und gibt nach dem Aufrufen dieser Adresse durch den Prozessor 43 seine Temperaturdaten an diesen ab. Der Prozessor 43 kann dann, nach einem Vergleich mit einem SOLL-Wert, ein entsprechendes Regelsignal an das jeweils zugehörige Regelventil V abgeben, mit dem er über einen weiteren Bus 44 (oder über Einzelleitungen) verbunden ist. Im Falle eines Busses 44 muß natürlich jedes Regelventil V ebenfalls adressierbar sein. Die SOLL-Werte werden - entsprechend der oben bereits getroffenen Feststellung - im wesentlichen von 9.5 bis 9.1 entweder linear oder leicht degressiv abnehmen. Das heißt daß bei einem degressiven Temperaturgradientenverlauf von oben nach unten die Temperatur am Mundstück bzw. an der Unterseite des Ausgießrohres 9f höher sein wird, als sie es wäre, wenn man die Temperatur von Ring zu Ring linear absenkte. Um eine optimale Kühlung zu sichern, kann es zweckmäßig sein, wenn in jedem Ring 9.1 bis 9.5 in einem Mantelraum 45 (vgl. Fig. 8A) jeweils schneckenartige und vom Zulaufzweig 39 zum Abflußzweig 40 führende Wendeln 46 eingebaut sind.

**[0059]** Als statischer Mischer sind hier gegeneinander versetzte Zapfen 27a vorgesehen, die gegebenenfalls mit einer der bereits beschriebenen Ausbildungsformen gemischt vorhanden und entweder nur - wie dargestellt - am Grunde des Ausgießrohres 9f oder auch über den Umfang verteilt angeordnet sein können.

**[0060]** Fig. 8A zeigt, wie die einzelnen Ringe 9.1, 9.2 ineinandergesteckt werden können. Um ein Eindringen von Metall in den Spalt zwischen zwei Ringen zu verhindern, weist der jeweils obere Ring 9.2 einen inneren, abwärts gerichteten und den Trennspace 46 überdeckenden Schürzenteil 47 auf. In der so in Axialrichtung statt quer dazu weisenden Trennfuge 46 selbst kann dann eine Dichtung 48, z.B. aus imprägnierten Keramikfasern, in jeweiligen Nuten der beiden Ringe 9.1, 9.2 vorgesehen werden, was bereits auch zu einem festen Halt der beiden Ringe beiträgt. Eine ähnliche Anordnung kann an der Außenseite mit einem nach oben gerichteten Schürzenteil 49 des jeweils unteren Ringes 9.1 und einer Dichtung 50 ) vorgesehen sein. Selbstverständlich ist diese Art der Dichtung nur ein Beispiel, das im Rahmen des Fachwissens auf dem Gebiet der Dichtungen und

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

Isolierungen beliebig abgewandelt werden kann. Vorteilhaft ist eine solche Isolierung, daß zwischen den einzelnen Ringen eine thermische Entkoppelung entsteht. Zur Sicherung des Zusammenhaltes kann jeder Ring 9.1, 9.2 Befestigungsbohren 51 (vorzugsweise - wie Fig. 9 zeigt an einander gegenüberliegenden Seiten der Ringe) zum Durchstecken einer Befestigungsschraube 52 haben. Da es vorteilhaft sein wird, das Ausgießrohr bzw. die Ringe aus Keramik auszubilden, ist es günstig, wenn die Befestigungsbohren 51 in der in Fig. 8A gezeigten Weise flach aneinanderliegen, um Biegemomente zu vermeiden, wobei die Steckverbindung mit den Dichtungen 48, 50 die Schraubverbindung 51, 52 sowieso von Zugkräften weitgehend entlastet ist.

10

[0061] Nachstehend sollen einige Beispiele das Wesen der Erfindung besser erläutern.

Beispiel 1:

15 [0062] In einer ersten Versuchsreihe sollte untersucht werden, wie sich bei gegebener Einstellung eines bestimmten Dosiergewichtes die Neigung der Rinne auf die Temperatur einer Suspension aus der Mg-Legierung AZ 91 nach der Rinne auswirkt. Es wurde ein Dosiergewicht von 1260 g (konstante Pumpenleistung von ca. 50 cm<sup>3</sup>/s und Pumpdauer von ca. 15 s) eingestellt und eine Suspendierstrecke der Bauart ähnlich Fig. 4 verwendet.

20 Statt der Formungsmaschine war ein der Füllbüchse einer Druckgießmaschine nachempfundenen dickwandiges Stahlgefäß (Auffangbehälter) als Überführungsbehälter 10 eingesetzt, aus dessen Mitte die noch zu beschreibende Probenentnahme erfolgte. Statt des Auspreßkolbens 26 war ein Deckel auf dem Überführungsbehälter 10 aufgebracht, durch den zwei Thermoelemente zur Aufzeichnung der Suspensionstemperaturen hindurchgeführt worden waren. Die gesamte Mg-Oberfläche war mit Schutzgas abgedeckt. Aus Vorversuchen war bekannt, daß der Überführungsbehälter 10 auf etwa 585 °C einzustellen ist, um praktisch die anzustrebenden isothermen Verhältnisse zu bieten. Die Entnahme der Suspension aus dem Überführungsbehälter 10 erfolgte 35 s nach dem Einschalten der Dosierpumpe 17, was einer der Dosiermenge durchaus adäquaten Zykluszeit einer

30 Druckgießmaschine entspricht. Die dabei festgestellten Werte sind in Tabelle 1 festgehalten.

35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

Tabelle 1

Versuch Nr.	Schmelze- Temp. [°C] im Ofen (9)	Neigung °	Entnahmetemperatur[°C ] nach 40 s	Max. Temp-Diff. [K] zwischen Mitte und Rand
1	630	15	585	4
2	632	15	586	4
3	630	10	584	3
4	631	10	584	3
5	630	10	583	3

[0063] Der Einfluß der durch die in gewissen Grenzen variierten Neigung der Suspenderstrecke 9 auf die Temperaturverteilung in der Suspension ist also gering. Dementsprechend gering sind die Schwankungen des Temperaturgradienten im Zwischenbehälter 10 (rechte Spalte).

[0064] Zur Untersuchung des nach einer Verformung zu erwartenden Gefüges wurde nach jedem Versuch unmittelbar nach dem Befüllen des Auffangbehälters eine zylindrische Probe ausgestochen, entnommen und abgeschreckt. Die anschließend angefertigten Schliffbilder zeigten keinerlei Dendriten. Die mittlere Korngröße des überwiegend globulitischen Gefüges lag bei 100µm.

#### Beispiel 2:

15

[0065] In einer zweiten Versuchsreihe sollte untersucht werden, wie sich die Temperaturverhältnisse im Zwischenbehälter 10 ändern, wenn die Wärmeabfuhr in der Suspenderstrecke über unterschiedliche Ausbildung der Fließwege erfolgt. Damit sollte nachgewiesen werden, daß die Wärmeabfuhr erhöht werden kann, um die Zykluszeit einer nachgeschalteten Druckgußmaschine trotz steigendem Dosiergewicht nicht über Gebühr zu verlängern.

[0066] Dazu wurde bei jedem Versuch die gleiche Dosiermenge von etwa 2200 g der Mg-Legierung AZ91 verwendet. Zum einen erfolgte bei zwei Versuchen die Abkühlung auf der Suspenderstrecke 9 wie bei Beispiel 1 (15° Neigung, gleiche Kühlmitteltemperatur) auf die Zieltemperatur durch Erhöhung der Pumpzeit (von 15s auf 30 s: Wärmeentzug 1); Zum anderen erfolgte bei zwei weiteren Versuchen die Abkühlung auf der Suspender-



WO 02/055235

PCT/IB01/02422

strecke durch Erhöhung der Wärmeabfuhr bei der ursprünglichen Pumpzeit von 15 s (Wärmeentzug 2). Die erhöhte Wärmeabfuhr wurde im Wesentlichen durch Verbreitern der Suspendierstrecke und Erhöhung des Kühlmitteldurchsatzes erreicht. Die Ergebnisse der insgesamt zwei mal zwei Versuche sind in Tabelle 2 festgehalten:

5

Tabelle 2

Versuch Nr.	Schmelze- Temp. [°C] im Ofen (9)	Art des Wärme- entzuges (siehe Text)	Pumpzeit [s]	Entnahme- temperatur [°C] nach 40 s	Max. Temp-Diff. [K] zw. Mitte und Rand
6	635	1	30	589	4
7	635	1	30	590	4
8	634	2	15	588	4
9	634	2	15	589	4

10 **[0067]** Die in der letzten Spalte angeführten Temperatur-Abweichungen im Zwischenbehälter sind einheitlich. Die Ursache für die geringfügige Erhöhung gegenüber Beispiel 1 dürfte daran liegen, daß der Zwischenbehälter nach wie vor auf 585°C gehalten worden war. Diese Versuche wurden auch mit Aluminium-Legierungen wiederholt, es zeigte sich ein analoges Bild.

15 **[0068]** Das Beispiel veranschaulicht, daß durch die Wahl einer entsprechenden Suspendierstrecke 9 eine weitgehende Anpassung an die Zykluszeit einer Druckgießmaschine (oder einer anderen Formungsvorrichtung) und an die erforderlichen Dosiergewichte möglich ist.

20 **[0069]** Wie bei Beispiel 1 wurden Proben gefertigt. Die anschließend angefertigten Schliffbilder zeigten wieder keinerlei Dendriten. Die mittlere Korngröße des überwiegend globulitischen Gefüges lag ebenfalls bei 100µm.

Beispiel 3:

25 **[0070]** Hier sollte der Einfluß der Verweilzeit im Zwischenbehälter und der Einfluß der Temperatur des Zwischenbehälters auf das Gefüge untersucht werden. Die Versuche wurden mit einer Mg-Legierung durchgeführt, die nur 6 % Aluminium aufwies und dem-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

sprechend gegenüber der Legierung von Beispiel 2 und 3 ein geringeres Erstarrungsintervall hatte. Der Zwischenbehälter 10 wurde auf 570°C vortemperiert und die Legierung wie bei Versuch 8 und 9 über die Suspendierstrecke gekühlt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 3 festgehalten.

5

Tabelle 3

Ver- such Nr.	Schmelze- Temp. [°C] im Ofen (9)	Zeitraum [s] zw. Dosierbeginn und Entnahme aus dem Zwi- schenbehälter	Entnahme- temperatur [°C]	Max. Temp- Diff. [K] zw. Mitte und Rand	Temp-Diff. [K] zwischen Mitte und Rand zum Zeitpunkt der Entnahme
10	635	60	580	8	3
11	635	100	576	8	2
12	634	140	575	7	1
13	634	180	573	7	1

**[0071]** Nach der Entnahme der Suspension wurde diese an zwei Stellen (Rand und Mitte) untersucht. Obwohl keine Dendriten festgestellt wurden, zeigte sich deutlich, daß vor al-  
 10 lem in den Randzonen eutektische Einschlüsse feststellbar waren. Mit zunehmender Verweilzeit im Zwischenbehälter zeigte sich auch eine Tendenz zu größeren Kristallen. Aus diesem Beispiel lässt sich aber trotzdem schließen, daß die Einhaltung isothermer Bedingungen im Zwischenbehälter 10 wohl anzustreben aber nicht besonders kritisch ist: Geringfügige Temperaturverluste im Behälter bewirken noch keine nennenswerten Gefü-  
 15 geänderungen. Allerdings sollte es vermieden werden, längere Einwirkungen eines größeren Temperaturgradienten zuzulassen, da dadurch eine merkliche Konstitutionelle Unterkühlung auftreten kann.

**[0072]** Bei allen Versuchen (Mg und Al) zeigte sich das typische thixotrope Verhalten, nämlich daß eine gewisse Kontiguität (Skelettierung zwischen den Globuliten) die Form-  
 20 festigkeit der aus dem Auffangbehälter ausgeworfenen Legierung, z.B. in Form eines Metallbolzens, sicherstellte, das Material konnte aber unter Schereinwirkung leicht verformt werden.

25

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

## PATENTANSPRÜCHE

5           1. Verfahren zum Bereitstellen einer teilerstarten Legierungs-Suspension mit einem gewünschten festen und flüssigen Phasenanteil, bei dem die Legierung zuerst in flüssiger Form vorliegt und anschließend, z.B. auf einer Suspendierstrecke (9), während einer Verweilzeit abgekühlt wird, um einer, insbesondere zyklisch arbeitenden, Formungseinrichtung zugeführt zu werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verfestigungsparameter von Verweilzeit, Wärmeentzug und Keimbildung entsprechend wenigstens einer der folgenden Bedingungen genügen:

10           a) die Verweilzeit auf der, bevorzugt abweichend von 90° geneigten, Suspendierstrecke (9) wird derart gewählt, daß der gewünschte Phasenanteil wenigstens annähernd innerhalb der Zykluszeit der Formungsmaschine auf der Suspendierstrecke (9) erreicht  
15 wird;

          b) der flüssigen Legierung wird auf der, bevorzugt abweichend von 90° geneigten, Suspendierstrecke (9) mindestens 20% der Schmelzwärme, angegeben in Enthalpiewerten in kJ/Mol, entzogen;

          c) die flüssige Legierung wird - zunächst unter Verteilung einer ersten Anzahl von  
20 Keimen in einem Schmelzevolumen - fortlaufend einem zweiten Schritt als zusätzlichen Keimbildungsschritt in einer turbulenten Strömung unter Wärmeentzug zugeführt und die so gewonnene teilerstartete Legierungs-Suspension in einem dritten Schritt zur Formungseinrichtung (1, 16, 20) gebracht.

25           2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der folgenden Merkmale durchgeführt wird:

          A) der flüssigen Legierung werden auf der Suspendierstrecke (9) maximal 60% der Schmelzwärme, angegeben in Enthalpiewerten in kJ/Mol, vorzugsweise 30% bis 50% der Schmelzwärme, entzogen;

30           B) die Suspendierstrecke (9) wird mit Öl als Kühlmittel gekühlt;

          C) die Schmelze wird zunächst auf eine nicht höhere als 30°C, vorzugsweise nicht höher als 20°C, z.B. auf eine etwa 10°C, über der Liquidustemperatur gelegene Temperatur gebracht;

          D) die Schmelze wird im ersten Schritt erst auf eine höhere Temperatur, z.B. um  
35 wenigstens 50°C oder mehr, als die Liquidustemperatur und dann auf eine niedrigere, aber noch immer über der Liquidustemperatur, gebracht;

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

E) der dritte Schritt zur Formungseinrichtung (1, 16, 20) wird über einen von der Suspendierstrecke unmittelbar befüllten Überführungsbehälter (10) vorgenommen;

F) die gewonnene teilerstartete Legierungs-Suspension wird einer zyklisch oder kontinuierlich arbeitenden Stranggießeinrichtung zugeführt;

5 G) das Metall ist ein Nicht-Eisenmetall, insbesondere ein Leichtmetall;

H) während des Verarbeitens der Schmelze wird eine Schwingungsenergie, insbesondere Ultraschallenergie, aufgebracht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Merkmal a)  
10 und/oder b) zusätzlich noch folgendes aufweist:

Das flüssige Metall durchläuft in der Suspendierstrecke einen statischen Mischer (11), in dem vorzugsweise durch Kühlen und Homogenisierung der Temperatur über das Metallvolumen durch statisches Mischen im wesentlichen derart viele Kristallisationskeime gebildet werden, daß ein Dendritenwachstum verhindert wird.

15

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Merkmal c) unter wenigstens einer der folgenden Bedingungen durchgeführt wird:

A) der erste Verteilschritt wird nach in einer wenigstens periodisch kontinuierlich arbeitenden Fördereinrichtung (17) für die flüssige und mit einer ersten Anzahl von Keimen versehene Schmelze durchgeführt;

B) eine turbulente Strömung wird mit dem weiteren Keimbildungsschritt in einer Suspendierstrecke (9) für die Legierungs-Suspension erzeugt und dabei mittels Schwerkraft gefördert;

25 C) eine turbulente Strömung wird mit dem weiteren Keimbildungsschritt in einer Suspendierstrecke (9) für die Legierungs-Suspension erzeugt, wobei der Wärmeentzug und die Keimbildung an Einbauteilen (11, 17a) während des Förderschrittes vor der Suspendierstrecke (9) und/oder auf ihr erfolgt;

D) der Wärmeentzug erfolgt an einem Bestandteil (17A) einer Fördereinrichtung (17) für die Schmelze zum zweiten Schritt, wobei vorzugsweise der Wärmeentzug an einer Förderwelle (17A) der Fördereinrichtung (17) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des Vorganges unter Oxydationsschutz erfolgt, wobei vorzugsweise  
35 der Oxydationsschutz mit einem Schutzgas erfolgt, welche insbesondere als Kühlmittel von einer entsprechend niedrigeren Temperatur als die Legierungs-Suspension ist, bei-

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

spielsweise flüssig, zugeführt wird, und daß bevorzugt für den Oxydationsschutz die Schmelze bzw. die Legierungs-Suspension in im wesentlichen geschlossenen Räumen geführt wird.

5           6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Vorratsraum (9') für flüssige Legierung und einer nachgeschalteten, von einem Eingang zu einem Ausgang reichenden Suspenderstrecke (9), **dadurch gekennzeichnet**, daß im Vorratsraum (9') eine Verteil- und Fördereinrichtung (17) zum wenigstens periodenweisen kontinuierlichen Fördern eines Schmelzevolumens über die  
10   Suspenderstrecke (9) vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorratsraum (9') wenigstens einer der folgenden Bedingungen genügt:

- A) er ist als beheizbarer Ofenraum ausgebildet, der vorzugsweise mindestens  
15   zwei Abteile aufweist, in denen unterschiedliche Temperaturen erzielbar sind;  
B) er ist mittels einer Hubeinrichtung (57) auf unterschiedliche Niveaus bringbar.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteil- und Fördereinrichtung als Schrauben- oder Propellerpumpe (17) ausgebildet ist, welche vorzugsweise mit wenigstens einem der folgenden Merkmale ausgestattet ist:  
20   

A) es ist ihr ein zur Förderung über die Zykluszeit ein- und abschaltbarer Antrieb (M) zugeordnet;

B) es ist ihr ein Antrieb (M, C) variierbarer Geschwindigkeit zugeordnet;

C) die Schrauben- oder Propellerpumpe (17) weist eine von einem Kühlmedium  
25   gekühlte Hohlwelle (17a) auf;

D) die Schrauben- oder Propellerpumpe (17) reicht von oben in den Vorratsraum (9') und fördert die Schmelze zu einer oben liegenden Ausgießanordnung (26, 9);

E) die Schrauben- oder Propellerpumpe (17) ragt in den Vorratsraum (9') und hat ihren Einlaß oberhalb von dessen Boden;

30

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Suspenderstrecke wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:

A) der Suspenderstrecke (9) ist mindestens eine Kühleinrichtung (O) zugeordnet, wobei die Kühleinrichtung (O) vorzugsweise in mindestens zwei aufeinanderfolgende,

35   unabhängig voneinander kühlbare Abschnitte unterteilt ist (Fig. 3, 8);

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

B) der Suspendierstrecke (9; 10) ist mindestens eine Heizeinrichtung (X) zugeordnet, die vorzugsweise in mindestens zwei, insbesondere aufeinanderfolgende, unabhängig voneinander heizbare Abschnitte unterteilt ist (Fig. 1, 3, 8) und/oder der mindestens eine Temperaturregeleinrichtung zugeordnet ist;

5 C) die Suspendierstrecke (9) ist von ihrem Eingang zu ihrem Ausgang abwärts geneigt, wobei vorzugsweise die Neigung ( $\alpha$ ) der Suspendierstrecke (9) verstellbar ist;

D) die Neigung der Suspendierstrecke (9f) wird dem Ausgang zu steiler;

E) sie ist in einem geschlossenen Rohr untergebracht;

F) sie weist mindestens eine lösbar befestigte Bodenwand (19) auf;

10 G) sie weist an ihrer Strömungsfläche über die Länge erhöhende Einbauten (11) auf, die vorzugsweise mindestens zum Teil als statischer Mischer ausgebildet sind;

H) sie ist zwischen dem Einlaß und dem Auslaß einer Ausgießeinrichtung eines Vorratsbehälter (9') für die flüssige Legierung angeordnet, wobei vorzugsweise die Ausgießeinrichtung (9) das Ausgießrohr eines Schmelzofens (9') ist;

15 I) sie ist an ihrem Ausgang mit einer Verschließeinrichtung (18) versehen;

J) sie ist einer Formungsmaschine (1; 16; 20), beispielsweise einer Druckgießmaschine (1) oder einer Stranggießvorrichtung, vorgeschaltet;

K) ihr ist ein Überführungsbehälter (10) nachgeschaltet, der bevorzugt mit einer Heizeinrichtung (X) und/oder einer Kühleinrichtung (O) versehen ist;

20 L) an der Suspendierstrecke oder in einem angeschlossenen Teil (10) ist ein Schwingungserzeuger, bevorzugt ein hochfrequenter, angeschlossen, insbesondere eine Ultraschalleinrichtung.

10. Vorrichtung mit einem Vorratsraum für flüssige Legierung und einem nachgeschalteten Suspendierstrecke (9), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Suspendierstrecke (9) wenigstens eine Schmelze führende Fläche, zumindest aber einen sich der Länge nach erstreckenden Boden (19) aufweist und diese Fläche bzw. dieser Boden (19) mindestens zum Teil aus einem für die Legierungs-Suspension nicht benetzbaren Material gefertigt ist, und daß vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

30 A) das nicht benetzbare Material weist ein Keramikmaterial auf, bevorzugt Siliziumnitrid und/oder Titanborid;

B) die Fläche (19) mit dem nicht benetzbaren Material ist auswechselbar mit einem tragenden Teil der Suspendierstrecke (9) verbunden.

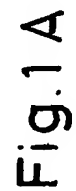
35

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

11. Stranggießvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ihr eine Dosierpumpe (17) vorgeschaltet ist, welche zum Dosieren eine Einstellanordnung (25, 26) für ein vorbestimmtes Niveau besitzt, welche Dosierpumpe (17) vorzugsweise in einer Kammer eines Dosierofens (9')  
5 angeordnet ist und zweckmäßig ein Pumpenrohr (17") besitzt, welches bis zu einem Niveau in die Schmelze hinabreicht, das zwischen dem Bodenbereich und dem vorbestimmten Niveau gelegen ist.

**PCT/IB01/02422**





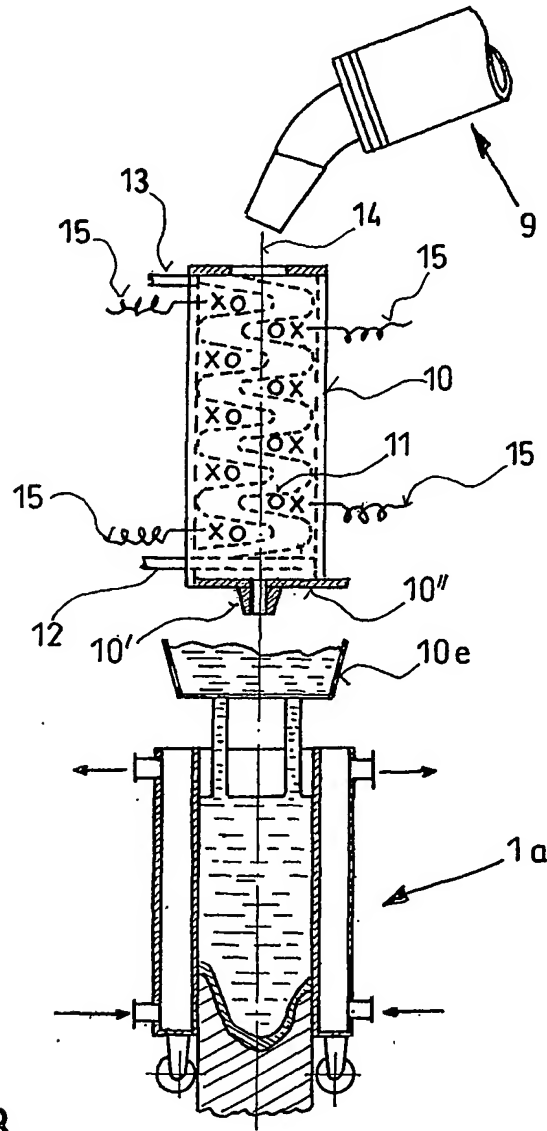
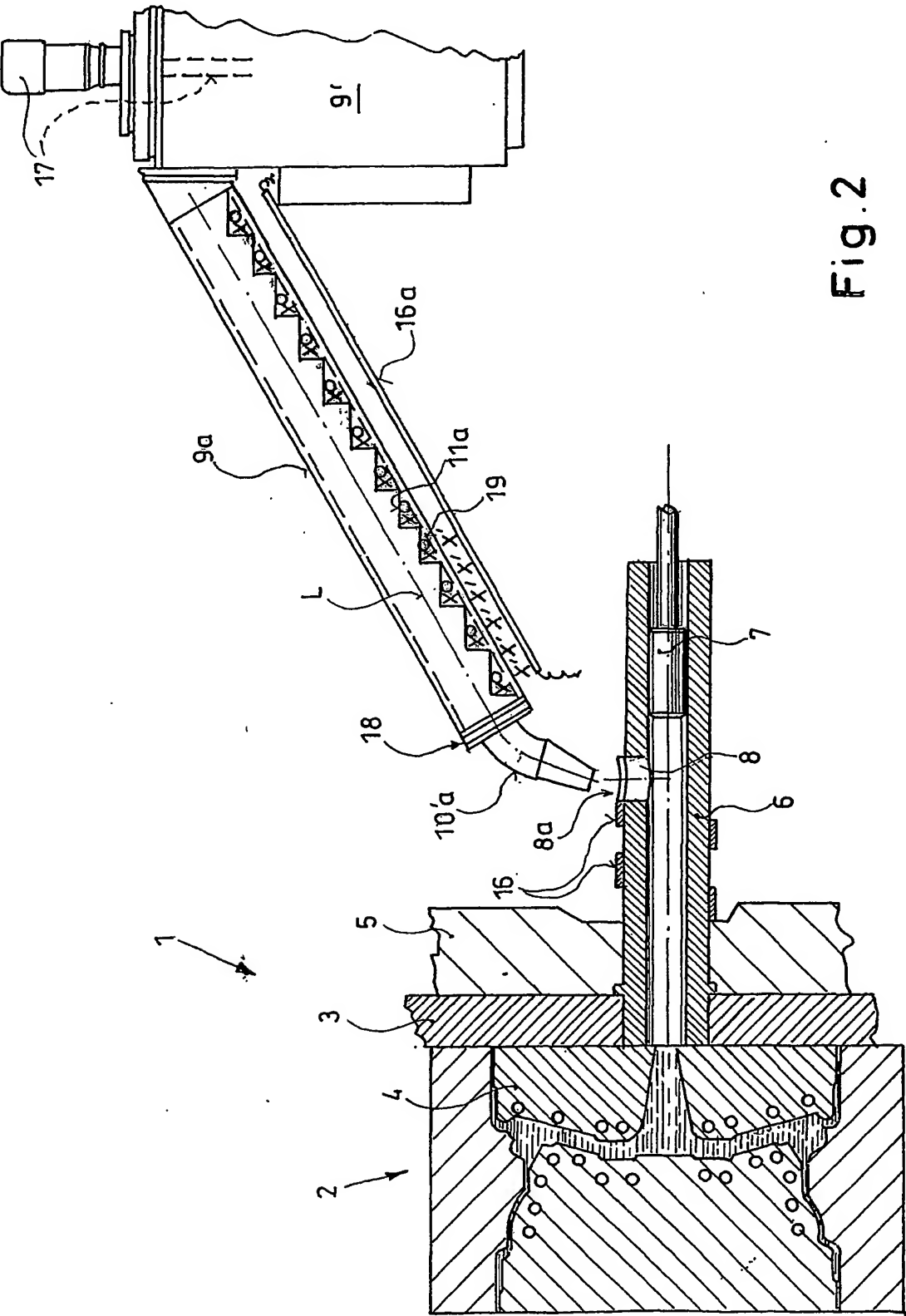


Fig. 1B

WO 02/055235

PCT/IB01/02422

3/7



WO 02/055235

4/7

PCT/IB01/02422

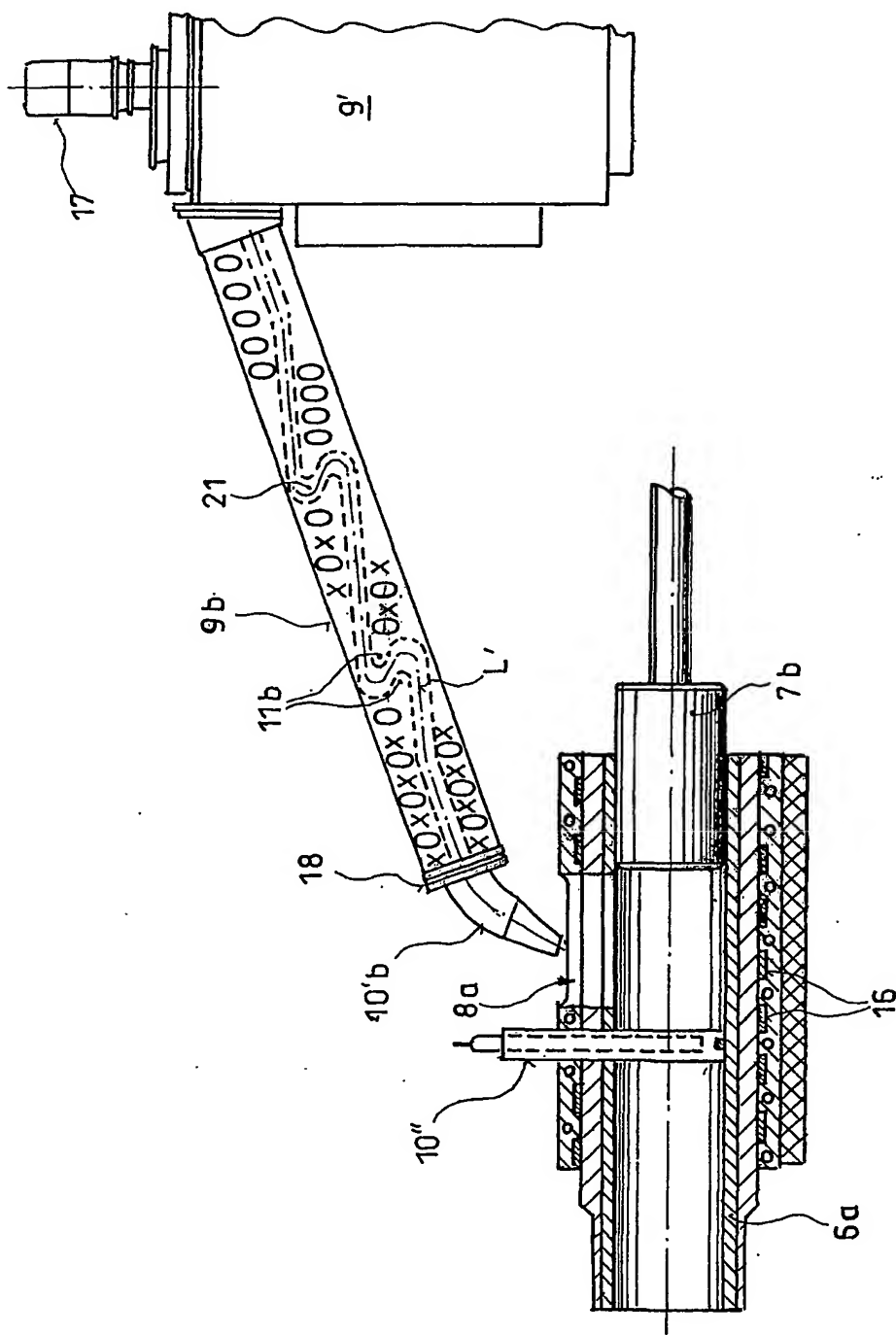


Fig. 3

**PCT/IB01/02422**

**5/7**



WO 02/055235

6/7

PCT/IB01/02422

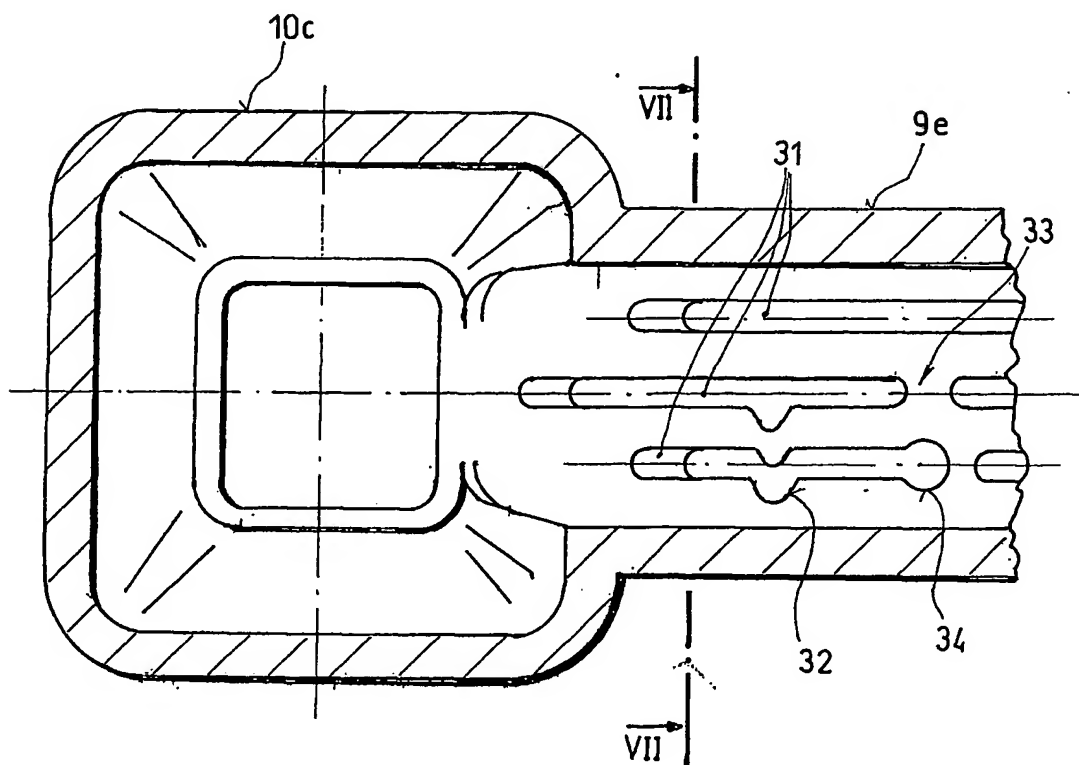


Fig. 6

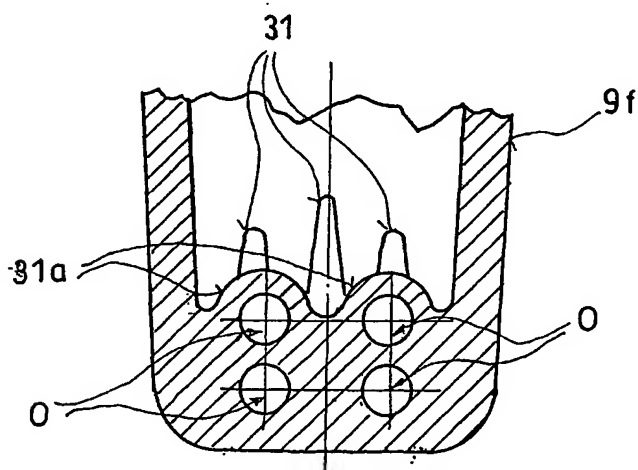
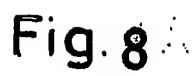


Fig. 7

**PCT/IB01/02422**

7/7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/IB 01/02422

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22D17/00 B22D11/10 B22D1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EP0-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 065 526 A (KONO KANAME, TOKYO, JP) 23 May 2000 (2000-05-23) column 2, line 66 -column 3, line 50 figure 1	1, 2, 4, 6, 8-10
X	EP 0 242 347 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE, BRUXELLES, BE) 21 October 1987 (1987-10-21) column 2, line 4 -column 4, line 58 figures 1, 2, 6	10
A	---	1, 2, 5, 11
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 March 2002

Date of mailing of the international search report

05/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peis, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte 1al Application No

PCT/IB 01/02422

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 089 196 A (BRITISH STEEL CORP., LONDON, GB) 21 September 1983 (1983-09-21) page 3, line 12 - line 18 page 5, line 14 - line 19 page 9, line 13 -page 11, line 10 figure 1	10
A	-----	1,4,6,9
A	US 3 902 544 A (FLEMINGS MERTON C ET AL, LEXINGTON, US) 2 September 1975 (1975-09-02) cited in the application figures 1,7	1,2,4, 6-8
A	----- US 5 865 240 A (ASUKE FUMIO, TOKYO, JP) 2 February 1999 (1999-02-02) * the whole document * -----	1,4,6-8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 01/02422

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6065526	A	23-05-2000	US 5836372 A 17-11-1998
			US 6241001 B1 05-06-2001
			US 2001023755 A1 27-09-2001
			EP 0761344 A2 12-03-1997
			JP 9103859 A 22-04-1997
EP 0242347	A	21-10-1987	LU 86395 A1 07-12-1987
			LU 86687 A1 13-06-1988
			LU 86693 A1 14-07-1988
			EP 0242347 A2 21-10-1987
			CA 1210762 A1 02-09-1986
			BE 1000221 A6 30-08-1988
EP 0089196	A	21-09-1983	AT 29406 T 15-09-1987
			BR 8301211 A 22-11-1983
			DE 3373426 D1 15-10-1987
			EP 0089196 A1 21-09-1983
			ES 520473 D0 16-08-1984
			ES 8406919 A1 16-11-1984
			GB 2117687 A ,B 19-10-1983
			IN 157859 A1 12-07-1986
			JP 58218347 A 19-12-1983
			KR 9106179 B1 16-08-1991
			US 4694889 A 22-09-1987
			ZA 8301483 A 30-11-1983
US 3902544	A	02-09-1975	AT 215975 A 15-07-1978
			CA 1045782 A1 09-01-1979
			DE 2510853 A1 29-01-1976
			FR 2277638 A1 06-02-1976
			GB 1509062 A 26-04-1978
			IT 1038149 B 20-11-1979
			JP 1077762 C 25-12-1981
			JP 51009004 A 24-01-1976
			JP 56020944 B 16-05-1981
			SE 422082 B 15-02-1982
			SE 7507959 A 15-04-1976
US 5865240	A	02-02-1999	JP 2849708 B2 27-01-1999
			JP 9271899 A 21-10-1997

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter des Aktenzeichens

PCT/IB 01/02422

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B22D17/00 B22D11/10 B22D1/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B22D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) WPI Data, EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 065 526 A (KONO KANAME, TOKYO, JP) 23. Mai 2000 (2000-05-23) Spalte 2, Zeile 66 -Spalte 3, Zeile 50 Abbildung 1 ---	1, 2, 4, 6, 8-10
X	EP 0 242 347 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE, BRUXELLES, BE) 21. Oktober 1987 (1987-10-21) Spalte 2, Zeile 4 -Spalte 4, Zeile 58 Abbildungen 1, 2, 6 ---	10
A	---	1, 2, 5, 11
	--- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weiteren Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *I* Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *I* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll (oder dies aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie durchgeführt)) *I* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *I* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *S* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  28. März 2002		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  05/04/2002
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Peis, S

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 01/02422

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 089 196 A (BRITISH STEEL CORP., LONDON, GB) 21. September 1983 (1983-09-21) Seite 3, Zeile 12 - Zeile 18 Seite 5, Zeile 14 - Zeile 19 Seite 9, Zeile 13 -Seite 11, Zeile 10 Abbildung 1	10
A	-----	1,4,6,9
A	US 3 902 544 A (FLEMINGS MERTON C ET AL, LEXINGTON, US) 2. September 1975 (1975-09-02) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,7	1,2,4, 6-8
A	----- US 5 865 240 A (ASUKE FUMIO, TOKYO, JP) 2. Februar 1999 (1999-02-02) * the whole document *	1,4,6-8
	-----	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 01/02422

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6065526 A	23-05-2000	US 5836372 A US 6241001 B1 US 2001023755 A1 EP 0761344 A2 JP 9103859 A	17-11-1998 05-06-2001 27-09-2001 12-03-1997 22-04-1997
EP 0242347 A	21-10-1987	LU 86395 A1 LU 86687 A1 LU 86693 A1 EP 0242347 A2 CA 1210762 A1 BE 1000221 A6	07-12-1987 13-06-1988 14-07-1988 21-10-1987 02-09-1986 30-08-1988
EP 0089196 A	21-09-1983	AT 29406 T BR 8301211 A DE 3373426 D1 EP 0089196 A1 ES 520473 D0 ES 8406919 A1 GB 2117687 A ,B IN 157859 A1 JP 58218347 A KR 9106179 B1 US 4694889 A ZA 8301483 A	15-09-1987 22-11-1983 15-10-1987 21-09-1983 16-08-1984 16-11-1984 19-10-1983 12-07-1986 19-12-1983 16-08-1991 22-09-1987 30-11-1983
US 3902544 A	02-09-1975	AT 215975 A CA 1045782 A1 DE 2510853 A1 FR 2277638 A1 GB 1509062 A IT 1038149 B JP 1077762 C JP 51009004 A JP 56020944 B SE 422082 B SE 7507959 A	15-07-1978 09-01-1979 29-01-1976 06-02-1976 26-04-1978 20-11-1979 25-12-1981 24-01-1976 16-05-1981 15-02-1982 15-04-1976
US 5865240 A	02-02-1999	JP 2849708 B2 JP 9271899 A	27-01-1999 21-10-1997